

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut geodézie a důlního měřictví

**Geodetické práce při výměně stávajícího
kabelového vedení**

**Geodetic works during replacement
of existing cable grid**

Diplomová práce

Autor:

Ing. Tomáš Krupička

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jitka Mučková, Ph.D.

Ostrava 2014

Zadání diplomové práce

Student: **Ing. Tomáš Krupička**
Studijní program: N3646 Geodézie a kartografie
Studijní obor: 3646T007 Inženýrská geodézie
Téma: Geodetické práce při výměně stávajícího kabelového vedení
Geodetic Works during Replacement of Existing Cable Grid

Zásady pro vypracování:

1. Zaměření stávající kabelové trasy jako podklad pro projekt nové trasy
2. Vytyčení nové kabelové trasy dle projektu
3. Zaměření skutečného provedení nové kabelové trasy VN, NN
4. Vyhotovení dokumentace podle platných právních předpisů

Seznam doporučené odborné literatury:


FIŠER, Z., VONDRÁK, J. a kol. *Mapování*, Brno: VUT, 2003, 146 s. ISBN 80-214-2337-4.
HUML, M. a J. MICHAL.: *Mapování 10*. 1.vyd. Praha: ČVUT, 2000, 319 s. ISBN 80-010-2113-0.
Vyhláška č.31/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky č.311/2009 Sb.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jitka Mučková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2013

Datum odevzdání: 30.04.2014


Ing. Pavel Černota, Ph.D.
vedoucí institutu


prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechnu použitou literaturu a podkladové materiály.

Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

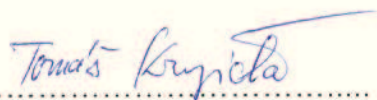
Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci obsažené v Záznamu o závěrečné práci umístěném v příloze mé diplomové práce budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 18.4. 2014



Podpis studenta

Poděkování


Rád bych zde poděkoval vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Jitce Mučkové, Ph.D. za cenné a užitečné rady při konzultacích. Veliký dík patří vedení společnosti Geodetický servis Praha, s.r.o., panu Ing. Otakarovi Klugarovi, který mi umožnil použití firemní zakázky pro účel této práce. Rovněž bych chtěl poděkovat všem kolegům geodetům z GS Praha s.r.o., kteří se podíleli na zakázce, přestože to bylo v rámci jejich pracovní náplně. V neposlední řadě také děkuji všem respondentům, kteří mi poskytli potřebné informace.

Zvláštní poděkování patří mé rodině a přítelkyni za podporu při mém studiu.

Prohlášení zástupce spolupracující právnické nebo fyzické osoby

„Souhlasím se zveřejněním této diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v magisterských programech VŠB-TU Ostrava.“

Dne: 18.4.2014



podpis zástupce

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá geodetickými pracemi při výměně inženýrských sítí – kabelového vedení. Geodetické práce probíhaly v předprojektové fázi, před začátkem realizace stavby a samozřejmě probíhaly v průběhu realizace stavby dle požadavků a potřeby zhotovitelské firmy. Zeměměřické práce jsou prováděny metodou GNSS a polární metodou s využitím totální stanice. Následné zpracování výsledků měření probíhá v softwaru Geus a grafickém programu MicroStation. Součástí diplomové práce jsou materiály, popřípadě kopie materiálů vzniklých během přípravy a provádění zakázky.

Klíčová slova: geodetické práce před zahájením stavby, vytyčovací práce, zaměření skutečného provedení stavby, dokumentace skutečného provedení stavby, GNSS, totální stanice.

Summary

This diploma thesis deals with geodetic work during replacement of technical equipment network - cable grid. Geodetic work was carried out in pre-project phase, before the start of the construction work and, of course, took place during construction according to the requirements and needs of the contractor firm. Surveying works are carried out using GNSS and polar method using total station. Subsequent processing of the measurement results is carried out in software Geuss a graphics program MicroStation. Diplona thesis contains materials or copies of materials incurred during the preparation and execution of the contract.

Keywords: Surveying works in pre-project phase, demarcation, survey of the real performance, documentation of the actual construction, GNSS, total station.

OBSAH

OBSAH.....	7
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	9
ÚVOD	10
1. Úvodní informace.....	12
2. Legislativa	13
2.1 Podniková norma PREdi.....	14
3. Geodetické přístroje a pomůcky pro práci v terénu	15
3.1 Totální stanice Topcon GTS-603	15
3.2 Aparatura GNSS.....	16
4. Software pro zpracování naměřených dat.....	19
4.1 GeusW	19
4.2 Pomocný software	19
4.2.1 Měření 1.4	19
4.2.2 Kodyss 1.03b.....	20
4.3 MicroStation 95.....	20
5. Metody měření a výpočetní metody	21
5.1 Metody měření.....	21
5.1.1 Satelitní metoda GNSS.....	21
5.1.1.1 Služba Trimble VRS Now Czech	22
5.1.1.2 Transformační klíč GNSS měření do S-JTSK	23
5.1.2 Polygonový pořad.....	23
5.1.3 Polární metoda	25
5.1.4 Polární metoda – vytyčení	28
5.1.5 Ortogonální metoda – vytyčení	30
5.2 Metody výpočtu	32
6. Geodetické práce	33
6.1 Přípravné práce	33

6.2	Předprojektové geodetické práce	36
6.3	Vytyčovací práce	38
6.3.1	Ověření hranic pozemku.....	38
6.3.2	Vytyčení tras kabelového vedení	40
6.3.3	Vytyčení křížení inženýrských sítí.....	43
6.4	Zaměření skutečného provedení kabelového vedení.....	49
6.4.1	Rozbor přesnosti určení souřadnic podrobných bodů skutečného provedení kabelového vedení totální stanicí	54
7.	Interpretace výsledků.....	57
	ZÁVĚR	59
	POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE.....	60
	SEZNAM OBRÁZKŮ:	61
	SEZNAM PŘÍLOH	62

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

VN	vysoké napětí
NN	nízké napětí
PD	projektová dokumentace
GIS	geografický informační systém
DSPS	dokumentace skutečného provedené stavby
PREdi	PRE distribuce, a.s.
DDSPS	digitální dokumentace skutečného provedení stavby
PPBP	podrobné polohové bodové pole
S-JTSK	systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
Bpv	Balt po vyrovnání
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
ETRS98	The European Terrestrial Reference System
RMS	Root mean square (kvadratický průměr)
CAD	Computer-Aided Design
PP	polygonový pořad
ÚOZI	úředně oprávněný zeměměřický inženýr

ÚVOD

Při volbě diplomové práce, respektive tématu diplomové práce jsem bral v úvahu několik aspektů. Rozhodla především moje aktivní práce v oboru inženýrské geodézie, snaha vytvořit netradiční a zajímavou práci, která bude spojením nabytých teoretických znalostí a praktických zkušeností. V neposlední řadě jsem volil téma diplomové práce s ohledem na moje budoucí profesní zaměření. Využil jsem poptávky zhotovitelské firmy na geodetické práce při rekonstrukci sítí vysokého a nízkého napětí. Mým tématem jsou tedy Geodetické práce při výměně stávajícího kabelového vedení.

Základní informace o stavbě

Stavba je prováděná na území hlavního města Prahy, v katastrálním území Košíře. Jedná se o výměnu stávajících kabelů vysokého a nízkého napětí za nové. U kabelů VN (rozvod 22 kV) se jedná o částečnou výměnu jak napájecí sítě, tak i distribuční sítě. U kabelů NN (0,4 kV) jsou nahrazeny stávající, nevyhovující rozvody s pancéřovou izolací za moderní kabely s PVC izolací. Stavba byla zahájena dle smlouvy s investorem 1. 10. 2013, dokončení formou předání investorovi proběhlo koncem února 2014.

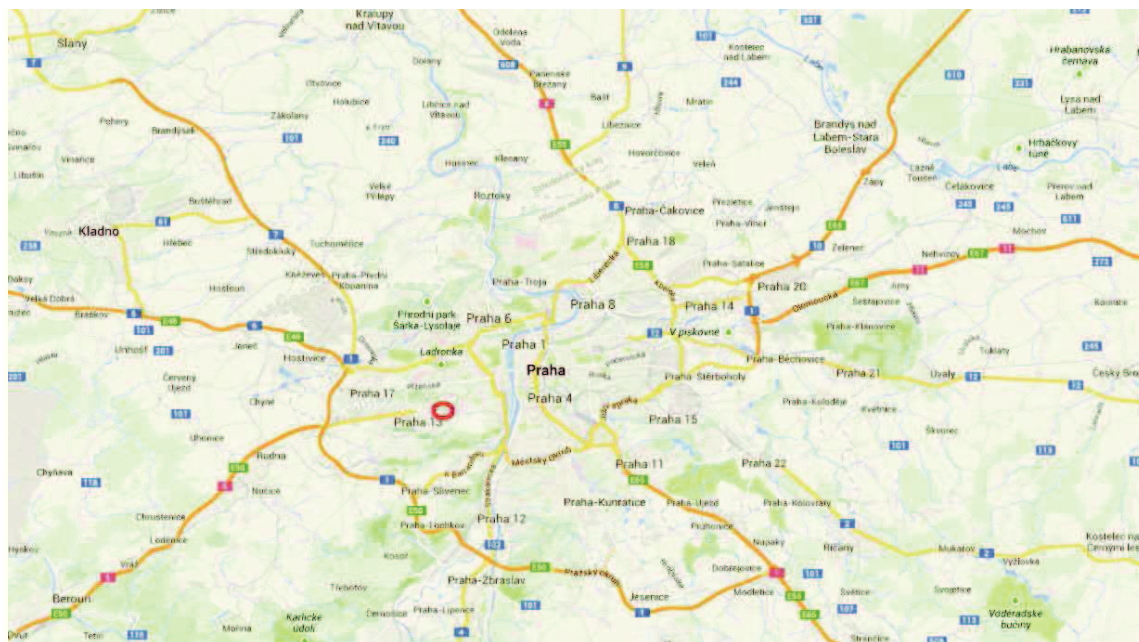
Investorem stavby byla PREdistribuce, a.s., (PREdi) stavbu zhotovitelsky prováděla firma ELPO, kabelové sítě VN a NN, s.r.o. Geodetické práce zajišťovala geodetická firma Geodetický servis Praha, s.r.o., ve které jsem zaměstnán.

Představení firmy Geodetický servis Praha, s.r.o.

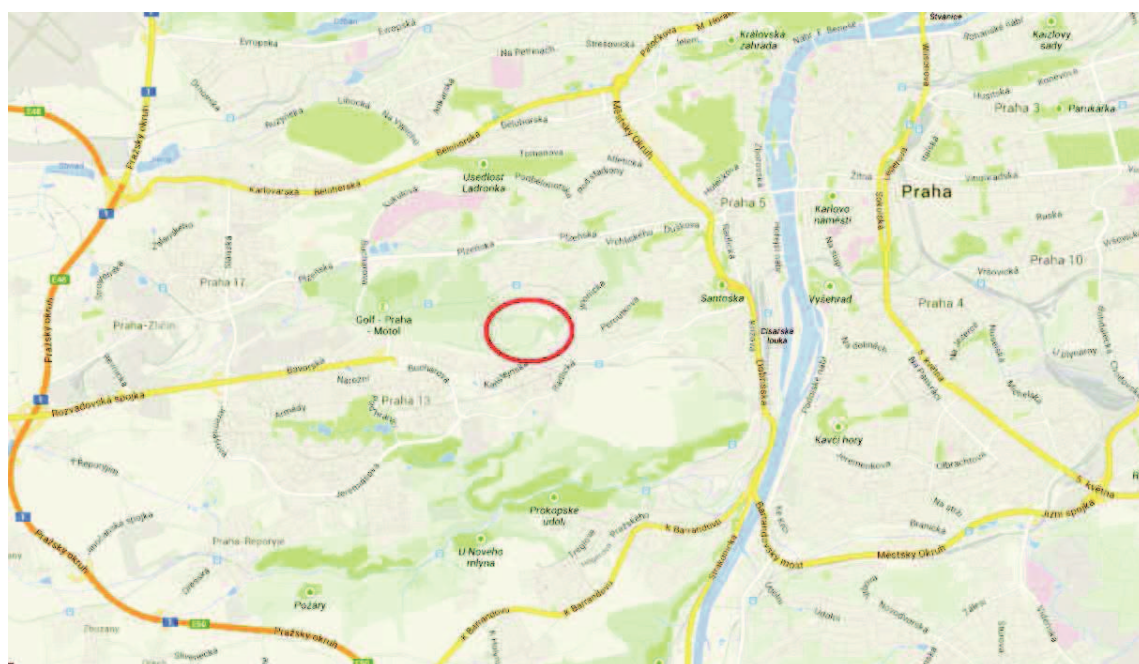
Společnost vznikla v roce 1990 jako fyzická osoba pod názvem Ing. Otakar Klugar – Geodetický servis a v roce 2001 byla transformována na Geodetický servis Praha, s.r.o. Společnost zavedla certifikovaný systém řízení jakosti, který vyhovuje požadavkům normy ISO 9001:2000. Zaměstnává pracovníky, kteří mají ukončené střední odborné vzdělání v oboru, někteří vysokoškolské vzdělání v oboru geodézie a kartografie

a rovněž pracovníky, kteří mají oprávnění ověřovat výsledky zeměměřických činností dle zákona č. 200/1994 Sb.

Firma se zabývá především tvorbou geodetické dokumentace skutečného provedení staveb inženýrských sítí a s tím souvisejícími pracemi. Výjimkou nejsou vytyčovací práce, zaměření staveb pro účely kolaudace, tvorba geometrických plánů, tvorba účelových a digitálních map a podobně.



Obrázek 1: Vyznačení stavby 1



Obrázek 2: Vyznačení stavby 2

1. Úvodní informace

Úvodem bych ještě rád doplnil některé informace ohledně stavby a geodetických prací na ní vykonávaných. Jak jsem již psal v úvodu, jedná se o výměnu stávajících kabelových vedení VN a NN. Oficiální název stavby je „P5 Košíře, Naskové, obnova kvn, knn“, a to podle názvu ulice v místě stavby.

Rekonstrukce VN představovala výměnu jak napájecí sítě, tak i distribuční sítě. Napájecí síť je rozvod elektřiny z rozvodu 110/22 kV do rozpínacích stanic 22kV. Distribuční síť je rozvod elektřiny z rozpínacích stanic 22 kV do distribučních transformačních stanic 22/0,4 kV, ze kterých je již napájeno obyvatelstvo. Rekonstrukce NN představovala výměnu stávajícího vedení, které napájelo sedm bytových domů.

Geodetické práce začaly na stavbě ještě dlouho před realizací v předprojektové fázi. Šlo o geodetické zaměření stávajícího vedení VN a NN podle vytrasování uložení kabelů, které provedla měřicí skupina PREdi. Následovala odmlka, kdy zhotovitel na základě předaných dat zpracovával PD. Dalšími zeměměřickými činnostmi bylo vytyčení trasy a zaměřování skutečného stavu stavby po etapách. Samozřejmostí jsou související kancelářské práce. V průběhu své diplomové práce se postupně zastavím u jednotlivých zeměměřických činností, rozeberu je po stránce teoretické a především po stránce praktické.

2. Legislativa

Obecně lze předpisy nejenom v oblasti zeměměřictví rozdělit dle jejich právní závaznosti na:

- zákony, vyhlášky a nařízení vlády
- normy
- pravidla, návody, podnikové normy.

Zákonů, vyhlášek a nařízení vlády je velké množství, rovněž tak norem, které jsou doporučené. Uvádím tedy ty nejdůležitější předpisy ze zákonů a vyhlášek.

Velmi důležitým právním předpisem je **zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)**. Z tohoto zákona vychází požadavek DSPS. Zabývá se jí především § 125, kde odstavec 1 říká: „Vlastník stavby je povinen uchovávat po celou dobu trvání stavby ověřenou dokumentaci odpovídající jejímu skutečnému provedení podle vydaných povolení“. [8]

Samotná struktura a obsah DPSP se řídí **vyhláškou č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb**. V § 4 Dokumentace skutečného provedení stavby je lehké pojednání o DSPS. Zásadní je však příloha č. 7, ve které je rozebrána struktura a obsah. Pod písmenem E je Geodetická část DPSP. Tato část obsahuje „číselné a grafické vyjádření výsledků zaměření stavby, polohopis s výškopisnými údaji, měřické náčrty s číselnými údaji, seznamem souřadnic a výšek a technickou zprávu podle jiného právního předpisu.“ Tím předpisem se rozumí **vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů**. V této velmi důležité vyhlášce v § 13 Výsledky zeměměřických činností ve výstavbě jsou popsány zeměměřické činnosti, které podléhají ověření. Jde o zeměměřické činnosti při

- a) přípravě staveb,
- b) projektování staveb,
- c) provádění staveb,
- d) dokumentaci a provozu staveb. [4]

2.1 Podniková norma PREdi

Tento předpis vydaný společností PREdi v květnu roku 2011 nese označení JA 907. Jedná se o dokument sloužící projektantům a zpracovatelům projektové dokumentace skutečného provedení staveb energetických sítí PREdi. Tato podniková norma je závazná pro všechny zhotovitele DSPS energetických sítí PREdi. Cílem normy je vypracování Digitální dokumentace skutečného provedení stavby (DDSPS) tak, aby bylo možné implementovat tuto dokumentaci do personální databáze, respektive systému GIS v útvaru Kmenová data sítě (KDS). To vše je za účelem aktualizace geografického informačního systému PREdi. V případě, že norma neřeší některé záležitosti, platí samozřejmě obecně platné zákonné předpisy.

DSPS v digitální podobě a požadované formě – DDSPS - předává správci sítě PREdi vždy zhotovitelská firma, která stavbu zajišťovala. My geodeti pro zhotovitelskou firmu tuto dokumentaci zpracováváme, popřípadě jí předáme zpracovaná zaměřená data v jiné dohodnuté formě, než je finální DDSPS.

Se zhotovitelem této stavby je dohodnuto, že výsledky zaměření skutečného stavu položeného kabelového vedení budou předány pouze ve formě geodetické dokumentace. **Zhotoviteli je tedy elektronickou formou předána vykreslená trasa kabelového vedení v DGN souboru a seznam souřadnic a výšek podrobných bodů v S-JTSK a Bpv v souboru TXT.** Vzhledem k tomuto faktu nebudu podrobněji rozebírat podnikovou normu PREdi, uvádím ji jako přílohu č. 1 k této práci.

3. Geodetické přístroje a pomůcky pro práci v terénu

Naše společnost disponuje moderní měřicí technikou, která je naprosto dostačující pro provádění zeměměřických činností v oblasti inženýrské geodezie, co do přesnosti měření a komfortu měření. Samozřejmostí jsou totální stanice a GNSS systém. Pro polní geodetické práce byla používána totální stanice Topcon GTS-603 a GNSS aparatura Trimble R6. Dalšími pomůckami pro práci v terénu byly

- Hliníkový stativ Topcon
- Odrazný hranol Topcon na výtyčce
- Pásma 30 m
- Bezdrátové vysílačky
- další pomůcky jako dřevěné kolíky, spreje, nastřelovací hřeby aj.

3.1 Totální stanice Topcon GTS-603

Totální stanice japonského výrobce Topcon má dva displeje pro možnost práce v obou polohách dalekohledu bez nutnosti otáčení stroje. Přístroj má dvojosý kompenzátor pro vyrovnaní chyb os V a H v každém směru. Vnitřní paměť přístroje je 512 KB, operační paměť 640 KB. Stroj je přizpůsoben pro použití v náročnějších klimatických podmínkách díky prachotěsné a vodotěsné konstrukci.

Specifikace:

- Zvětšení dalekohledu: 30x
- Úhlová přesnost: 3" (1 mgon)
- Délková přesnost: 2mm + 2ppm
- Obraz: vzpřímený
- Datový vstup / výstup: RS-232C
- Kompenzátor: Liquid, automatický vertikální a horizontální
- Kompenzační rozsah / přesnost: $\pm 4'' / 1''$
- Optická centrace: vzpřímený obraz 3 x zvětšený

- 2 x alfanumerická klávesnice
- Hmotnost: 5,9 kg [5]



Obrázek 3: Totální stanice Topcon GTS-603

3.2 Aparatura GNSS

Sestava aparatury GNSS, kterou jsme používali pro geodetické práce v terénu byla následující

- Trimble R8 GPS přijímač s tyčkou
- Kontroler Trimble TSC3

Přijímač GPS je našroubovaný na tyčce a přijímá signály od družic obíhajících okolo Země. Je napájený baterií a je bezdrátově spojený s kontrolerem, kam pomocí bluetooth spojení zasílá data.

Vybrané technické parametry[11]:

Měření

Trimble R-Track technologie

Pokročilý Trimble Maxwell™ 6 Survey GNSS čip s 220 kanály

Družicové signály sledovány současně:

- GPS: L1C/A, L2C, L2E (technologie Trimble pro sledování L2P), L5
- GLONASS L1C/A, L1P, L2C/A (pouze GLONASS M), L2P
- SBAS: L1C/A, L5
- Galileo GIOVE-A a GIOVE-B

Diferenční kódové měření GPS - přesnost

poloha.....	+0,25 m + 1 ppm RMS
výška.....	+0,50 m + 1 ppm RMS

Statická a rychlá statická metoda GPS - přesnost

poloha.....	+3 mm + 0,1 ppm RMS
výška.....	+3,5 mm + 0,4 ppm RMS

Kinematická metoda GPS - přesnost

poloha.....	+10 mm + 1 ppm RMS
výška.....	+20 mm + 1 ppm RMS



Obrázek 4: Vlevo kontroler TSC3, vpravo GPS přijímač, obojí od výrobce Trimble

Kontroler TSC3 je voděodolný a prachuvzdorný dotykový počítač s integrovanou baterií a integrovaným modemem, bluetooth technologií pro spárování s přijímačem. V kontroleru se zakládá zakázka, vkládají se vstupní hodnoty, zahajuje a ukončuje se jím měření a rovněž v něm jsou uložena naměřená data. Podrobnější informace o technologii GNSS dále.

4. Software pro zpracování naměřených dat

Změřená data v terénu se posléze zpracovávají v kanceláři pomocí výpočetní techniky. Počítače v naší kanceláři pracují s tradičním operačním systémem Microsoft Windows XP. Grafický program Bentley MicroStation souží pro vykreslování skutečného provedení stavby. Používaným programem pro geodetické výpočty je Geus.

4.1 GeusW

GeusW je programový systém pro geodetické výpočty s možnostmi malého CAD pro tvorbu map velkých měřítek se zvláštní specializací na práce v katastru nemovitostí. Program obsahuje všechny základní výpočty pro zpracování geometrických plánů a výpočty základních typů polygonových pořadů.

Nadstavba Geus Net

Nadstavba programu GEUS pro poloautomatický výpočet polygonových pořadů a geodetických sítí přímo z dat měřených totálními stanicemi. Nadstavba rozšiřuje program o možnost výpočtu stanovisek v celé zakázce najednou s využitím všech nadbytečných měření. Provedeno je jak polohové tak výškové vyrovnání. Celý výpočet včetně vyrovnání metodou MNČ probíhá automaticky přímo z dat měřených v terénu. [2]

4.2 Pomocný software

4.2.1 Měření 1.4

Program Měření 1.4 vytvořený pro společnost GS Praha, s.r.o. slouží k přípravě dat pro následné vložení do Geusu. Import dat do programu je ve formátu TXT, exportují se data s příponou asc.

4.2.2 Kodyss 1.03b

Velmi šikovnou funkcí tohoto softwaru je vygenerování seznamu souřadnic s požadovanými doplňkovými údaji ve formátu XLS. Jde opět o software vytvořený pro potřeby a usnadnění práce společnosti GS Praha, s.r.o.

4.3 MicroStation 95

MicroStation je základem řešení společnosti Bentley pro architekturu, stavební inženýrství, dopravu, zpracovatelský průmysl, výrobní zařízení, státní správu a samosprávu a inženýrské a telekomunikační sítě.

Uživatelům umožňuje MicroStation vytvářet 3D modely objektů a budov. Tyto modely a jejich jednotlivé části jsou elektronickou simulací reálných objektů a obsahují všechny informace o jejich parametrech. Tyto parametry i celé části modelů se přizpůsobují jednotlivým fázím životního cyklu objektu (návrh, projektování, výstavba, provoz), což zjednodušuje vedení projektu a zefektivňuje provoz objektu. [3]

Základním formátem MicroStation je DGN, je schopný využívat rovněž formáty DWG a DXF. Není problém exportovat výsledky ve formátech PDF, VRML, JPEG a BMP.

5. Metody měření a výpočetní metody

5.1 Metody měření

O tom, jakou metodou jsem prováděl geodetické práce na stavbě, rozhodovaly především místní podmínky, tj. viditelnost, místní zástavba, v jakých místech mělo měření probíhat, čili les nebo volné prostranství. O použité metodě jsem se rozhodl vždy v průběhu rekognoskace terénu. V zásadě se prováděly práce vytyčovací – vytyčení bodů a polohopisné a výškové zaměření. Používal jsem dvě metody měření - a to satelitní metodu GNSS za pomoci aparatury GNSS metodou RTK - real time kinematic v síti referenčních stanic VRS Now Czech a polární metodou při současném vedení polygonového pořadu, za využití totální stanice. Tyto metody měření rozeberu po teoretické stránce.

5.1.1 Satelitní metoda GNSS

Tato metoda „Global Navigation Satellite System“ měření popřípadě určování polohy bodů se stává běžně používanou technikou při každodenních pracích nejenom v oblasti inženýrské geodézie. V současnosti existují dva plně provozované navigační systémy GPS NAVSTAR a GLONASS, díky kterým je možné určit polohu místa kdekoli na Zemi.

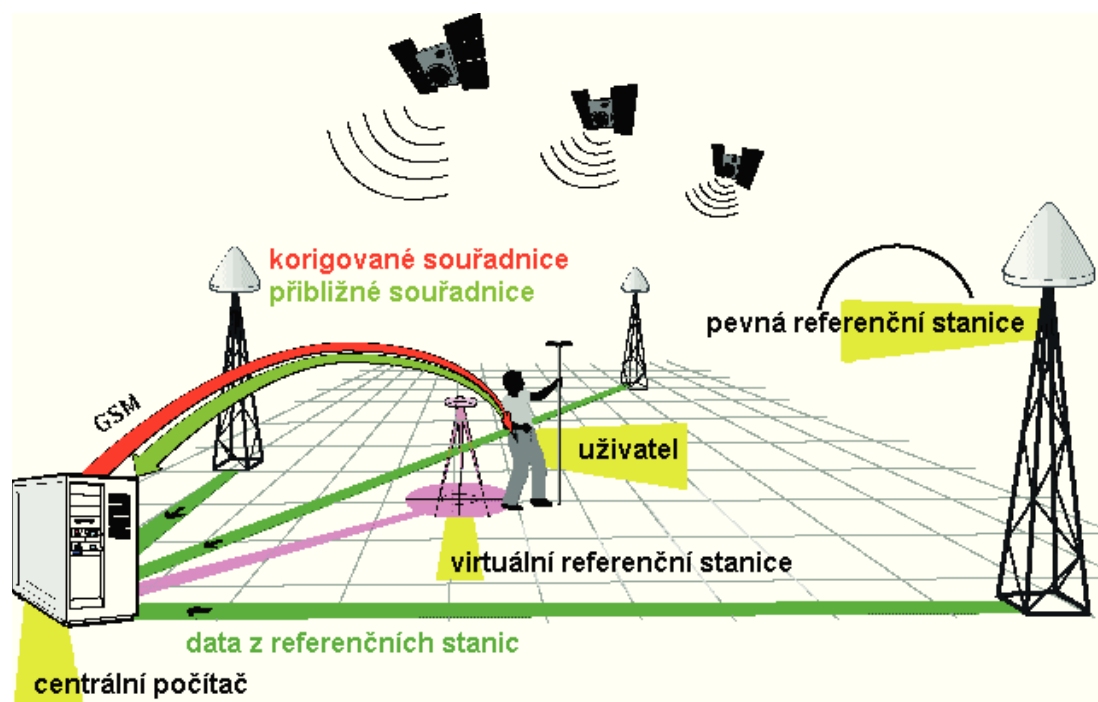
GPS NAVSTAR je globální polohový systém vyvinutý Ministerstvem obrany Spojených států amerických. Na střední oběžné dráze Země ve výšce 20 150 km obíhá minimálně 24 aktivních družic.

GLONASS byl vyvíjen v SSSR a dále jeho vývoj převzalo Rusko. Je provozován Ruskou vládou prostřednictvím Úřadu ruských vojenských vesmírných sil. Každá z 24 družic oběhne Zemi za 11 hodin a 15 minut. 3 oběžné dráhy jsou níže než v případě NAVSTAR a jsou ve výšce 19 100 km. Družice jsou rozmístěny tak, aby bylo kdykoliv vidět 5 z nich na kterémkoliv místě na Zemi.

Navigační systémy mají zpravidla tři segmenty. Kosmický segment představují družice obíhající okolo Země po oběžných drahách. Řídící segment jsou pozemní stanice, které jsou ve spojení s družicemi, řídí je,

zasílají jim časové korekce. Uživatelský segment je GPS přijímač uživatele. Ten se obecně skládá z antény, procesoru a vysoce stabilních hodin. Velmi často mívají displej, který uživateli zobrazí polohu. GPS přijímač je pouze pasivní zařízení – pouze přijímá data, která jsou převáděna na údaje o poloze, popřípadě výšce a rychlosti.

Absolutní polohová přesnost určení polohy bodu je okolo 10-15 m. Pro geodetické účely se místo absolutního určení polohy používají relativní metody, tj. určuje se poloha vůči jiné stanici, jejíž poloha je známá. Potom může přesnost dosáhnout centimetrových až milimetrových polohových přesností. Např. metoda RTK s polohovou přesností 30-50 mm. Při měření na této konkrétní stavbě rekonstrukce kabelového vedení pomocí aparatury GNSS metodou RTK byla polohová přesnost v závislosti na místních podmínkách, konstelaci družic přibližně 2 cm, dle předpisů se pohybujeme v přesnostní třídě 3. Viz kapitola 6.4 – protokol měření.



Obrázek 5: Princip určování polohy satelitní metodou GNSS [1]

5.1.1.1 Služba Trimble VRS Now Czech

Síť Trimble VRS Now Czech poskytuje korekce pro RTK i statické měření všem GPS/GNSS přijímačům. V České republice je rozmístěno 24

referenčních stanic pro získání RTK korekcí. Pro pokrytí západní části České republiky je také k dispozici 8 referenčních stanic z Německa.

5.1.1.2 Transformační klíč GNSS měření do S-JTSK

Pro převod mezi ETRS98 a S-JTSK pro zařízení Trimble se používá globální klíč s názvem Transformační modul zpřesněné globální transformace Trimble 2013 verze 1.0. Nový Globální klíč 2013 byl vytvořen vzhledem k uveřejnění nových převodních tabulek ČÚZK v souvislosti se zavedením nové realizace systému ETRS89 (nový rámec ETRF2000) v České republice. Schválení tohoto klíče proběhlo 1.7.2012. [12]

Tab.1: Parametry Globálního transformačního klíče

Datum Transformation	
Method	Seven Parameter
Translation X	-570.825 m
Translation Y	-85.673 m
Translation Z	-452.843 m
Rotation X	0°00'04.99836"
Rotation Y	0°00'01.58683"
Rotation Z	0°00'05.26106"
Scale factor	-3.563ppm
Local ellipsoid used	Bessel 1841
Local ellipsoid semi-major axis	6377387.155 m
Local ellipsoid inverse flattening	299.152812545

Co se týče přesnosti transformačního klíče, hodnoty uvádím na základě konzultace s panem Prof. Kosteckým a jsou následující: střední kvadratická hodnota převodu v poloze (1 sigma) = 1,7 cm (to zahrnuje 66% případů, čili existují i případy 3 sigma = 5 cm). Střední kvadratická hodnota převodu ve výšce (1 sigma) je 5 cm.

5.1.2 Polygonový pořad

Polygonový pořad je nejjednodušší způsob, jak vytvářet PPBP – zjišťovat souřadnice bodů PPBP. V praxi se polygonové pořady velmi často

používají, a to vzhledem k možné variabilitě a přizpůsobení k místním podmínkám na stavbě. Obecně lze polygonové pořady rozdělit dle tvaru a způsobu připojení na známé body na:

- oboustranně připojený a orientovaný PP (vetknutý)
- oboustranně připojený, jednostranně orientovaný PP
- oboustranně připojený PP (vsunutý)
- jednostranně připojený a orientovaný PP (volný)
- uzavřený PP (orientovaný, neorientovaný) [1]

Ve stručnosti rozeberu teoreticky oboustranně připojený a oboustranně orientovaný PP, který byl při měření používán.

Výchozím bodem je bod P . Vždy je známa alespoň jedna orientace, čili jsou známé souřadnice bodu A a rovněž bodu P . Známé jsou i souřadnice koncového bodu K a bodu B , na který je provedena orientace. Podle potřeby se zřizují body PP (1, 2, 3,...N). Měří se postupně úhly $\omega_P, \omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_K$ a délky $S_{P1}, S_{12}, S_{23}, S_{34}, \dots, S_{NK}$. Uvažujeme-li zaměřování inženýrských sítí na povrchu, používají se ve většině případů totální stanice. Stroj umožňuje zároveň měřit vzdálenosti a délky a ukládat je do paměti přístroje.

Poloha bodu PP se určí polární metodou a vypočte se ze vztahů

$$X_1 = X_P + s_1 * \cos(\sigma_{PA} + \omega_P) \quad (1)$$

$$Y_1 = Y_P + s_1 * \sin(\sigma_{PA} + \omega_P) \quad (2)$$

Délka s_1 , je již přepočtena na vodorovnou podle vztahu

$$s_1 = d_1 * \sin(z) \quad (3)$$

kde d_1 je šikmá délka ze stanoviska na cíl
 z je zenitový úhel při záměře na cíl

Výšku bodu PP se určí trigonometricky tak, že se nejprve určí převýšení od stanoviska k bodu PP (popř. mezi body PP)

$$h = v_p + d * \cos(z) - v_c \quad (4)$$

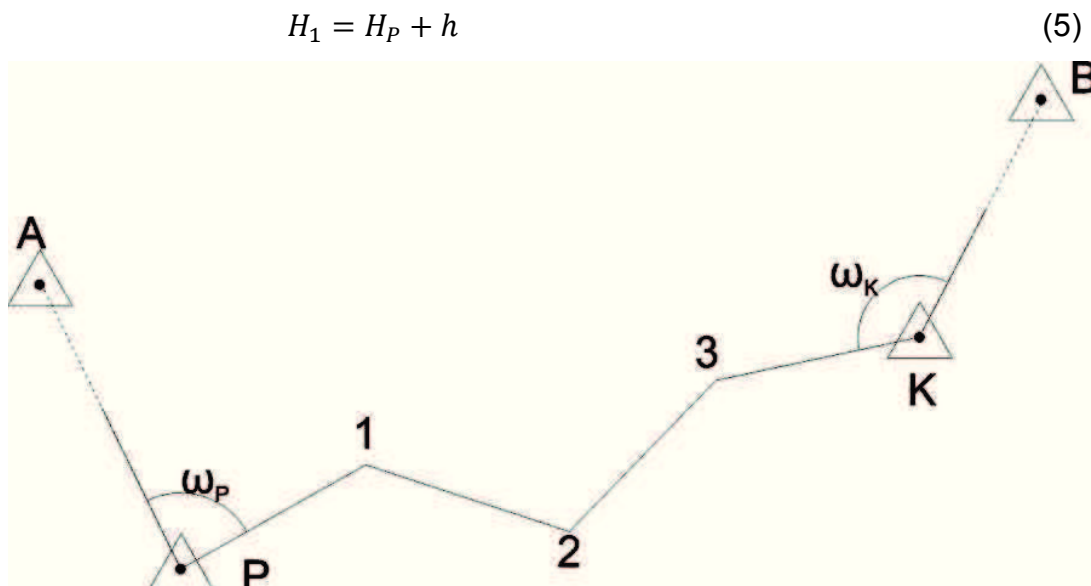
kde v_p je výška přístroje
 v_c je výška odrazného hranolu

d je šikmá délka

z je zenitový úhel

a poté výška určovaného bodu

$$H_1 = H_P + h$$



Obrázek 6: Ukázka oboustranně připojeného a oboustranně orientovaného polygonového pořadu [1]

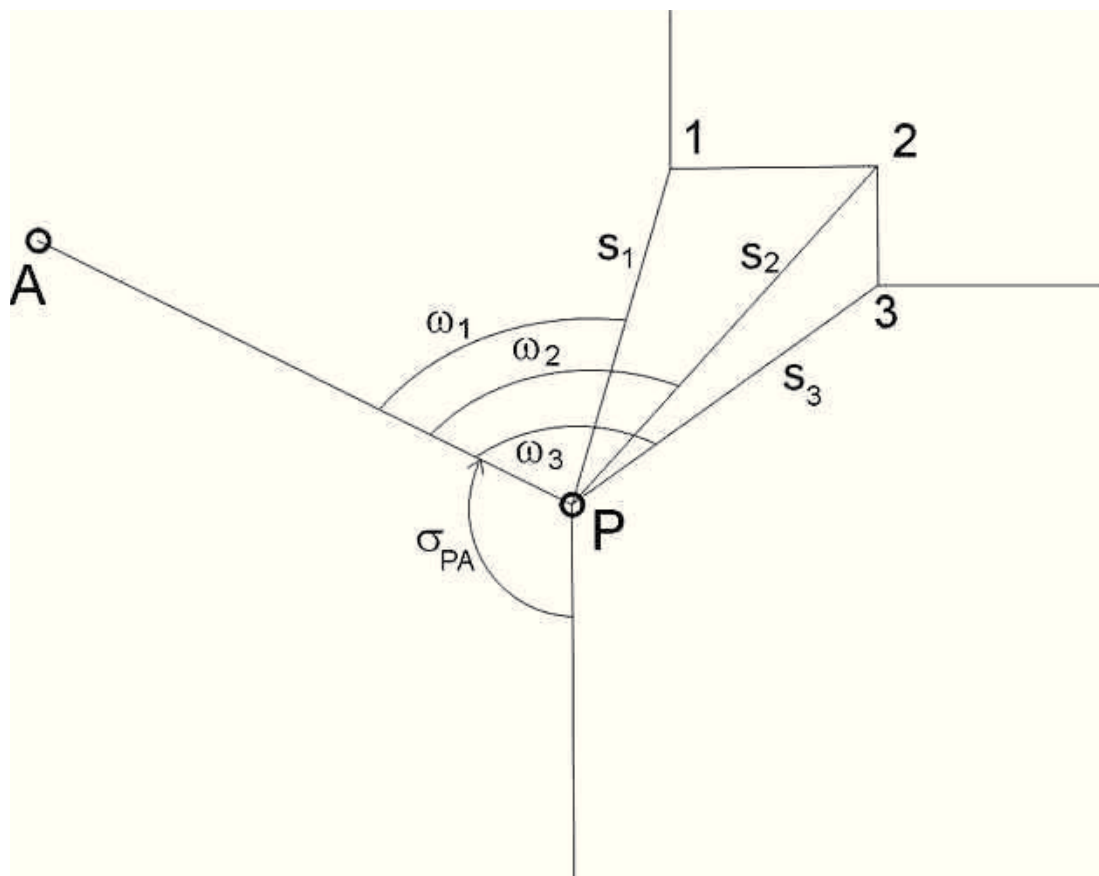
5.1.3 Polární metoda

S využitím moderních přístrojů zjišťujeme prostorovou polohu podrobných bodů. Ideální je při jednom měření zjistit polohu a zároveň výšku. K tomu nám může pomoci prostorová polární metoda. Ta je základem všech moderních geodetických měření od nástupu elektronických dálkoměrů do praxe. Pro její využití je třeba mít v mapovaném prostoru připravenou síť bodů, která umožní podrobné měření. Potřebnou síť bodů získáme například výše popsáním vedením polygonového pořadu.

Základem při měření polohy zjišťovaného bodu je měření šikmých délek od stanoviště, na kterém stojíme s přístrojem P na určované body 1, 2, 3, které převádíme na vodorovné s_1 , s_2 , s_3 a vodorovných úhlů ω_1 , ω_2 , ω_3 mezi známým bodem orientace A a určovanými body, viz *Obázek. 7*. Směrník nelze přímo měřit, proto se určí zprostředkovaně.

U měření polohy podrobných bodů se můžeme setkat s nutností změření bodů, ke kterému není z místních podmínek přístup. Použije se

polární doměrek nebo polární kolmice. Polární doměrek je v případě, kdy potřebujeme změřit délku k nepřístupnému bodu. Polární kolmice je v případě neviditelného podrobného bodu ze stanoviska. Doměrek i kolmice mají buď kladné nebo záporné znaménko. Kladné znaménko u doměrku znamená prodloužení záměrní příčky za odrazný hranol. Kladné znaménko v případě kolmice je kolmice doprava od záměrné příčky.



Obrázek 7: Princip určování polohy podrobných bodů polární metodou[1]

Poloha bodu 1 polární metodou se vypočte ze vztahů

$$X_1 = X_P + s_1 * \cos(\sigma_{PA} + \omega_1) \quad (1)$$

$$Y_1 = Y_P + s_1 * \sin(\sigma_{PA} + \omega_1) \quad (2)$$

Délka s_1 , je již přepočtena na vodorovnou podle vztahu

$$s_1 = d_1 * \sin(z) \quad (3)$$

kde d_1 je šikmá délka ze stanoviska na cíl
 z je zenitový úhel při záměře na cíl

Výšky podrobných bodů se určí trigonometricky zároveň při měření polohy podrobných bodů. Je třeba znát výšku přístroje a výšku cíle (výšku odrazného hranolu). Na stanovisku, kde stojí přístroj, měříme šikmou délku k cíli \underline{d} a zenitový úhel \underline{z} , respektive výškový úhel (doplňěk zenitového úhlu do vodorovné roviny). Převýšení \underline{h} se vypočte podle vztahu.

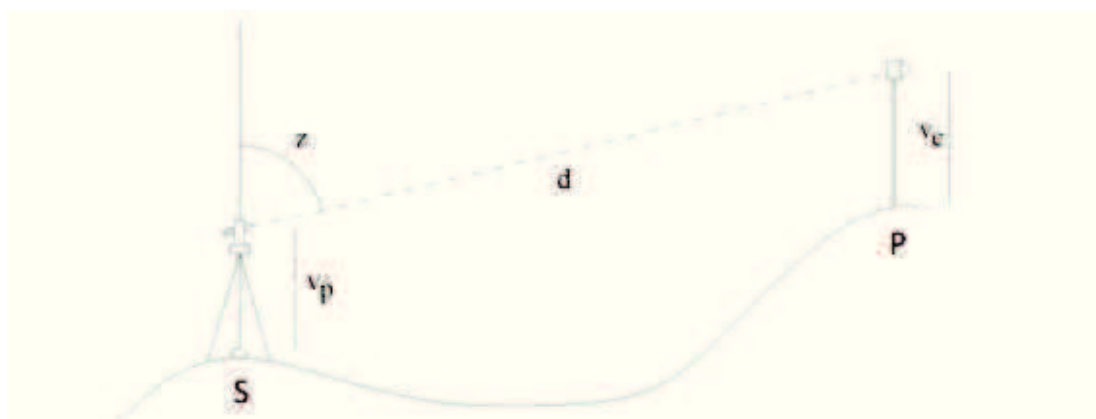
$$h = v_p + d * \cos(z) - v_c \quad (4)$$

kde v_p je výška přístroje
 v_c je výška odrazného hranolu
 d je šikmá délka
 z je zenitový úhel

nadmořská výška podrobného bodu \underline{P} se poté lehce vypočte

$$H_P = H_S + h \quad (5)$$

kde H_S je nadmořská výška stanoviska \underline{S}



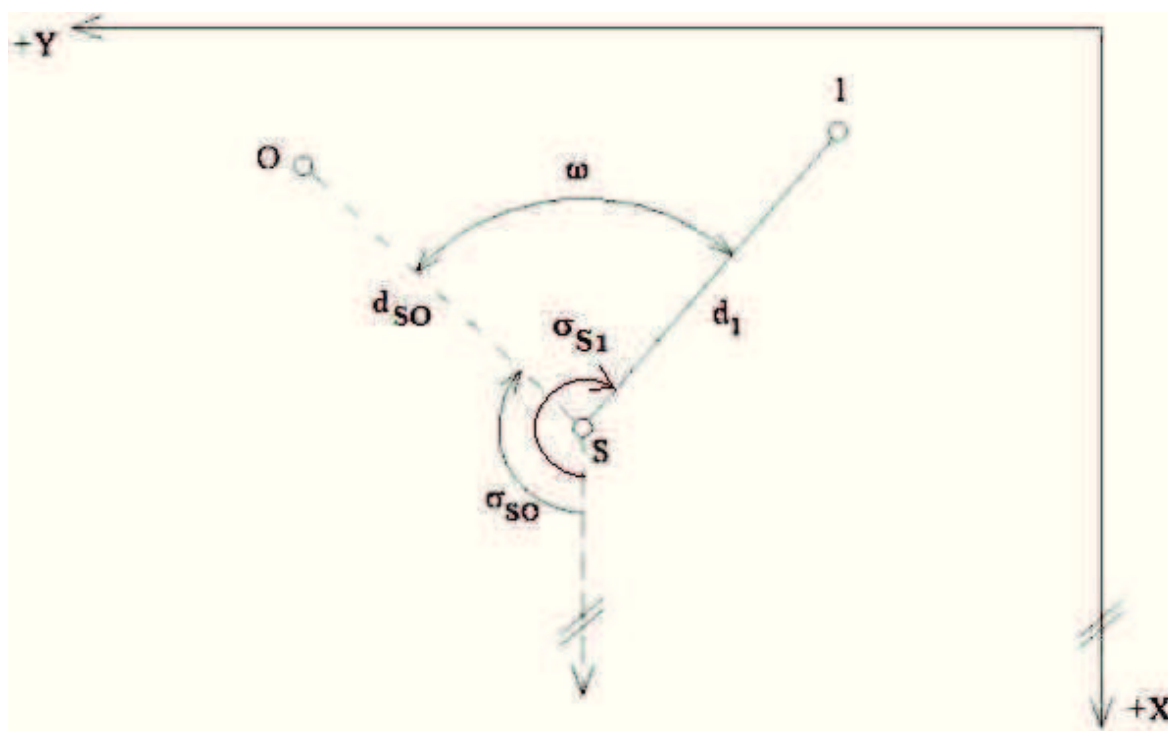
Obrázek 8: Princip trigonometrického měření výšek[1]

Veškerá změřená data se v případě využití totální stanice ukládají do paměti stroje.

5.1.4 Polární metoda – vytyčení

Princip polární metody pro vytyčování je jednoduchý. Vytyčujeme pomocí úhlu (mezi orientačním směrem a určovaným bodem) a vzdálenosti (mezi stanoviskem, na němž stojí přístroj a určovaným bodem). Podmínkou je mít samozřejmě nahané, popřípadě ručně vložené, souřadnice vytyčovaných bodů, stanovisek a orientací v totální stanici. Na známém stanovisku S provedeme záměr na známou orientaci O , kde nastavíme „nulu“ Od spojnice SO se odměřuje úhel ω k vytyčovanému bodu 1.

V případě, že známe souřadnice vytyčovaných bodu a rovněž souřadnice stanoviska a orientace, totální stanice po zaměření orientace vyčíslí úhel ω . Zařadí se odrazný hranol do směru a zbývá podle pokynů totální stanice oddálit nebo přiblížit odrazný hranol na vzdálenost d , abychom našli polohu vytyčovaného bodu.



Obrázek 9: Princip vytyčování polární metodou [1]

Rozbor přesnosti vytyčení polární metodou: [9]

dáno: body S , O

určujeme: bod 1

měřeno: ω , d_1

Pro určení středních chyb polohy bodu 1 je třeba nejprve určit skutečné chyby délky - ε_{d1} a úhlu ε_{ω} .

Z vyjádřených skutečných chyb lze vytvořit matice B a A, které obsahují následující prvky skutečných chyb

$$B = \begin{pmatrix} \varepsilon_{\omega}/\varepsilon_x & \varepsilon_{\omega}/\varepsilon_y \\ \varepsilon_{d1}/\varepsilon_x & \varepsilon_{d1}/\varepsilon_y \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$A = \begin{pmatrix} \varepsilon_{\omega}/\varepsilon_{X_S} & \varepsilon_{\omega}/\varepsilon_{Y_S} & \varepsilon_{\omega}/\varepsilon_{X_O} & \varepsilon_{\omega}/\varepsilon_{Y_O} \\ \varepsilon_{d1}/\varepsilon_{X_S} & \varepsilon_{d1}/\varepsilon_{Y_S} & \varepsilon_{d1}/\varepsilon_{X_O} & \varepsilon_{d1}/\varepsilon_{Y_O} \end{pmatrix} \quad (7)$$

matice středních chyb bude

$$M_X^2 = H_L * M_L^2 * H_L^T + H_A * M_A^2 * H_A^T \quad (8)$$

kde

H_L je matice parciálních derivací měřených veličin (2x2) vzniklá jako B^{-1}

M_L^2 je matice středních chyb měřených veličin (2x2)

H_L^T je transponovaná matice parciálních derivací měřených veličin

H_A je matice parciálních derivací daných parapetrů (2x4) vzniklá jako

$$B^{-1} * A$$

M_A^2 je matice středních chyb výchozích parametrů (4x4)

H_A^T je transponovaná matice parciálních derivací výchozích parametrů (4x2)

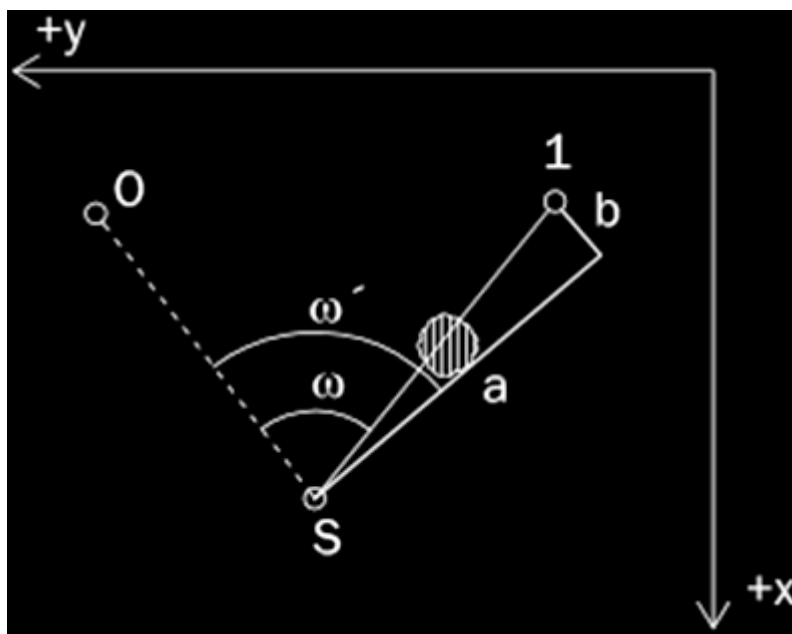
Z výsledné matice M_X^2 vyplynou střední chyby souřadnic bodu 1 m_x^2 a m_y^2 a rovněž smíšená střední chyba m_{xy}^2 .

Střední chybu souřadnicovou lze jednoduše určit podle vztahu

$$m_{x,y}^2 = \frac{1}{2}(m_x^2 + m_y^2) = \frac{1}{2}(d_1^2 m_{\omega}^2 + m_{d1}^2) \quad (9)$$

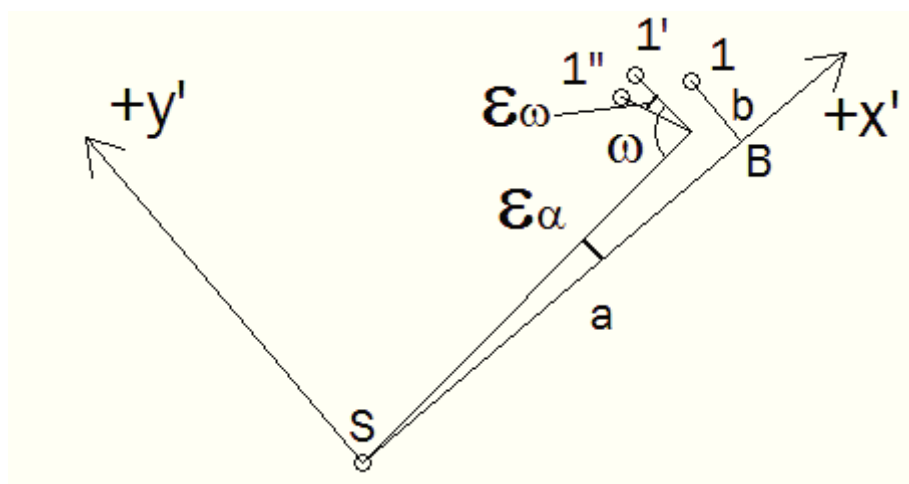
5.1.5 Ortogonální metoda – vytyčení

Pravoúhlé vytyčení se používá v případě, kdy není možné použít polární vytyčení kvůli nemožnosti zacílení na vytyčovaný bod. Polární vytyčení je přesnější než ortogonální. Prvky ortogonálního vytyčení jsou staničení a a kolmice b . Zásadou je, aby kolmice byla co nejkratší. Čím je delší kolmice, tím větší bude chyba určení polohy vytyčovaného bodu.



Obrázek 10: Princip vytyčování ortogonální metodou

Rozbor přesnosti vytyčení ortogonální metodou: [9]



Obrázek 11: Rozbor přesnosti ortogonální metody

a je staničení

b je kolmice

ε_α je skutečná chyba zařazení do přímky

ε_ω je skutečná chyba vytyčení kolmice

pro zjednodušení rozboru budu uvažovat tyto hodnoty dle Obr. 11:

$\alpha = 0^\circ$ tj. úhel mezi pomocnou kladnou poloosou $\underline{+x'}$ a spojnici bodů \underline{S} a \underline{B}

$\omega = 90,270^\circ$ tj. úhel kolmice v bodě \underline{B} – pravý úhel od spojnice bodů \underline{S} a \underline{B}

$\alpha_{SB} = 0^\circ$ tj. směrník mezi kladnou poloosou $\underline{+x'}$ a spojnici \underline{SB}

Základním matematickým modelem pro výpočet polohy bodu 1 jsou následující vztahy

$$X = X_S + a * \cos(\alpha_{SB} + \alpha) + b * \cos(\alpha_{SB} + \alpha + \omega - 180^\circ) \quad (10)$$

$$Y = Y_S + a * \sin(\alpha_{SB} + \alpha) + b * \sin(\alpha_{SB} + \alpha + \omega - 180^\circ) \quad (11)$$

parciálním derivováním postupně podle $X_S(Y_S)$, α_{SB} , α , ω , a , b dostaneme

$$\varepsilon_x = \frac{dx}{dX_S} \varepsilon_{X_S} + \frac{dx}{d\alpha_{SB}} \varepsilon_{\alpha_{SB}} + \frac{dx}{d\alpha} \varepsilon_\alpha + \frac{dx}{d\omega} \varepsilon_\omega + \frac{dx}{da} \varepsilon_a + \frac{dx}{db} \varepsilon_b \quad (12)$$

$$\varepsilon_y = \frac{dy}{dY_S} \varepsilon_{Y_S} + \frac{dy}{d\alpha_{SB}} \varepsilon_{\alpha_{SB}} + \frac{dy}{d\alpha} \varepsilon_\alpha + \frac{dy}{d\omega} \varepsilon_\omega + \frac{dy}{da} \varepsilon_a + \frac{dy}{db} \varepsilon_b \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_x = & \varepsilon_{X_S} - a * \sin(\alpha_{SB} + \alpha) (\varepsilon_{\alpha_{SB}} + \varepsilon_\alpha) - \\ & - b * \sin(\alpha_{SB} + \alpha + \omega - 180^\circ) (\varepsilon_{\alpha_{SB}} + \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\omega) + \\ & + \cos(\alpha_{SB} + \alpha) \varepsilon_a + \cos(\alpha_{SB} + \alpha + \omega - 180^\circ) \varepsilon_b \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_y = & \varepsilon_{Y_S} + a * \cos(\alpha_{SB} + \alpha) (\varepsilon_{\alpha_{SB}} + \varepsilon_\alpha) + \\ & + b * \cos(\alpha_{SB} + \alpha + \omega - 180^\circ) (\varepsilon_{\alpha_{SB}} + \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\omega) + \\ & + \sin(\alpha_{SB} + \alpha) \varepsilon_a + \sin(\alpha_{SB} + \alpha + \omega - 180^\circ) \varepsilon_b \end{aligned} \quad (15)$$

když $\sin 0 = 0$, $\sin 90 = 1$, $\cos 0 = 1$, $\cos 90 = 0$, tak po úpravě dostaneme

$$\varepsilon_x = \varepsilon_{X_S} \pm b * (\varepsilon_{\alpha_{SB}} + \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\omega) + \varepsilon_a \quad (16)$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{Y_S} + a * (\varepsilon_{\alpha_{SB}} + \varepsilon_{\alpha}) \pm \varepsilon_b \quad (17)$$

ε_x je skutečná chyba x – ové souřadnice bodu 1

ε_Y je skutečná chyba y – ové souřadnice bodu 1

Střední chyby souřadnic bodu 1 potom budou

$$m_x^2 = m_{X_S}^2 \pm b * (m_{\alpha_{SB}}^2 + m_{\alpha}^2 + m_{\omega}^2) + m_a^2 \quad (18)$$

$$m_y^2 = m_{Y_S}^2 + a * (m_{\alpha_{SB}}^2 + m_{\alpha}^2) \pm m_b^2 \quad (19)$$

střední smíšená chyba - kovariance

$$m_{xy}^2 = [\pm b * (m_{\alpha_{SB}}^2 + m_{\alpha}^2 + m_{\omega}^2) \pm m_b^2] + a * (m_{\alpha_{SB}}^2 + m_{\alpha}^2) + m_a^2 \quad (20)$$

5.2 Metody výpočtu

Výpočetní práce naměřených hodnot probíhají v kanceláři pomocí výpočetní techniky. Ke zpracování – výpočtu a vyrovnání jsem používal geodetický software GeusW. Výpočet je prováděný funkcí „Polární metoda dávkou“. Výsledky výpočtu uvádím v *Příloze č. 7 a 8*.

6. Geodetické práce

V této kapitole se budu zabývat konkrétními geodetickými pracemi – kancelářskými i polními, které jsem prováděl pro rekonstrukci kabelového vedení na stavbě „P5 Košíře, Naskové, obnova kvn, knn“.

Hlavní roli v celé zakázce hraje objednatel, čili v tomto konkrétním případě to je zhotovitel stavby. Pro nás geodety celá akce začíná přijatou objednávkou od objednatele. Nejčastěji je zaslána v elektronické podobě s uvedenými základními údaji o stavbě včetně orientačních plánků a kontaktů na stavbyvedoucího. Pro zahájení spolupráce vznikají jakési smluvní vztahy, kterými se zabývat nebudu.

6.1 Přípravné práce

Každé nové zakázce je přiřazeno jedinečné číslo, pod kterým je akce vedena v interním firemním systému. Na základě informací o stavbě vznikne „Protokol o akci“. Konkrétní protokol přikládám v rámci *Přílohy č. 2* k této práci.

Zdánlivě nedůležitou, ale neodmyslitelnou činností je příprava zakázky. Ta spočívá ve vyhledání materiálů – mapových podkladů a vyhledání bodových polí v místě stavby, které při precizním zpracování dokážou na stavbě ušetřit spoustu času. Součástí řádné přípravy zakázky je vyhledání místopisů bodů PBPP, ze kterých se může vycházet při vytyčení a zaměření.

Vzhledem k tomu, že v místě stavby nebylo dostatečné PBPP, vytloukl jsem nové pomocné body, ze kterých se vycházelo jak při vytyčování, tak i zaměřování kabelové trasy. Zároveň jsem určil jejich polohu a výšku metodou GNSS RTK s požadovanou přesností dle kódu kvality 3. Jedná se o body 4053, 4055, 4060 a 4061. Z těchto bodů se vycházelo při vedení polygonového pořadu stavbou – polygonový pořad oboustranně připojený a oboustranně orientovaný. Při určování pomocných bodů technologií GNSS musí být body určeny nezávisle dvakrát s minimálním časovým intervalem 1 hodina (4053/4153, 4055/4155...).

Výsledkem zaměření nových pomocných bodů je protokol, ve kterém je mimo jiné přesnost určení polohy a výšky, se kterou byly body určeny.

Přesnost je dána v metrech. Protokol je automatickým výstupem při exportu dat z kontroleru do PC. Jeho součástí jsou obecné informace o samotném zařízení, o uživateli zařízení, údaje o převodu do souřadnic S-JTSK. Hlavní náplní protokolu jsou naměřená data pomocných bodů a související doplňkové údaje. Protokol zaměření pomocných bodů uvádím níže.

PROTOKOL GNSS (RTK) MĚŘENÍ

Firma: Geodetický servis Praha s.r.o.
Hostivarska 210/29
102 00 Praha

Zakazka: 130534

Meril: Krupička

Datum: 06.11.2013

Přístroj: Trimble R8-3 vyr. č.: 5239497373

Trimble General Survey SW: 2.00

Verze protokolu: 4.92

Body vypsány od (RRRRMMDD): 2011

Souřadnicový systém: Použit transformační modul zpřesněné globální transformace Trimble 2013 verze 1.0 schválený ČÚZK pro měření od 1.7.2012.

Zona: Krovak_2013

Soubor rovinne dotransformace: KG2013

Vertikální transformace

Model kvazigeoidu: CR2005

POUŽÍTE A MĚŘENÉ BODY

Kod bodů	C. bodu	Y	X	Z	Přesnost XY Z	PDOP	Sít	Pocet sat.	Antena vyska; od#	Datum měření	Zacatek měření	Doba [s]
gps	4053	747397.290	1045046.632	318.391	0.017 0.024	1.36	1	15	1.64 SZ	06.11	12:09	22
gps	4153	747397.290	1045046.619	318.397	0.013 0.026	1.84	1	14	2.00 SZ	29.11	09:17	19
gps	4055	747349.283	1045028.990	316.022	0.015 0.018	1.51	1	14	1.64 SZ	06.11	12:08	20
gps	4155	747349.303	1045028.991	316.023	0.012 0.024	2.01	1	14	2.00 SZ	29.11	09:18	19
gps	4060	747554.876	1045400.293	358.380	0.006 0.009	1.44	1	15	1.80 SZ	20.11	15:19	23
gps	4160	747554.882	1045400.288	358.374	0.007 0.011	1.52	1	15	2.00 SZ	03.12	12:35	23
gps	4061	747682.660	1045392.794	362.289	0.011 0.017	2.19	1	11	1.80 SZ	20.11	15:21	20
gps	4161	747682.666	1045392.766	362.277	0.011 0.018	1.49	1	14	2.00 SZ	03.12	12:39	20

Modifikováno 12:43:51 3/12/2013 Původní číslo bodu 4999

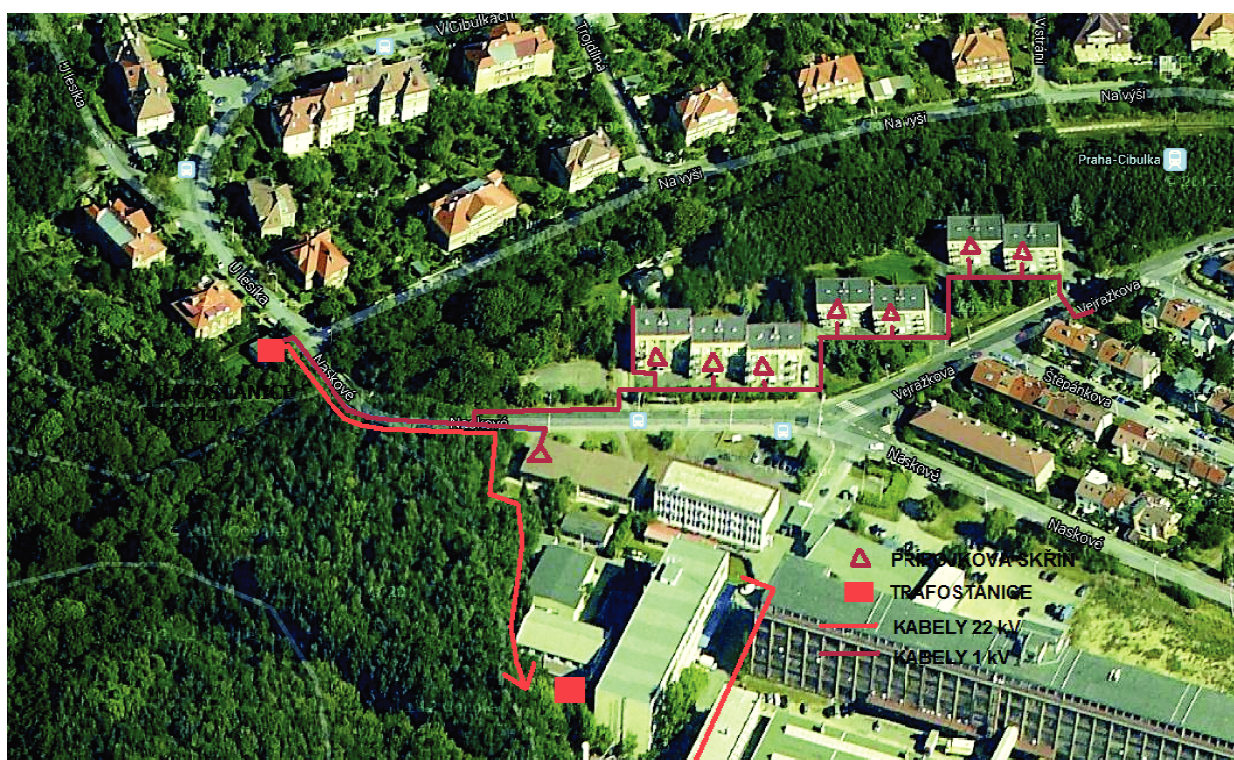
Vyska anteny měřena od: FC = fazového centra; SZ = spodku zavitu; SN = středu narazníku

Bod měřen na: 1 = Trimble VRS NOW CZ; 2 = TOPNET; 3 = CZEPOS RTK

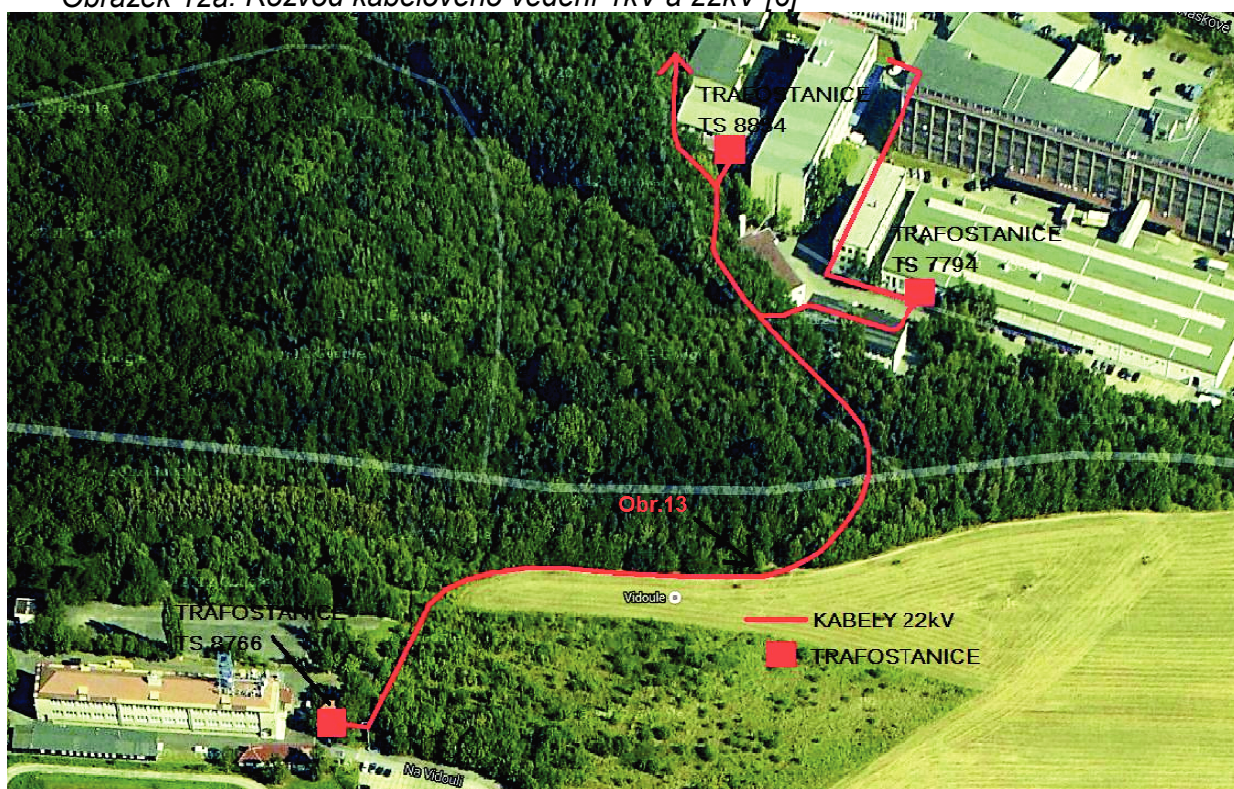
4 = CzePOS PRS/FKP; 5 = CZEPOS RTK3/MAX3; 6 = Neznámá síť

Hodnoty PDOP označene * jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00 Hodnoty PDOP označene * jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00 Hodnoty s RMS označene # jsou mimo nastavenou toleranci: 40.00

Body označene ! NoFix ! před číslem bodu, nebyly při měření fixovány!



Obrázek 12a: Rozvod kabelového vedení 1kV a 22kV [6]



Obrázek 12b: Pokračování rozvodu kabelového vedení 22kV [6]

Třídy přesnosti určení polohy pomocných bodů jsou dány velikostí základních souřadnicových chyb podle *Tab.2*. Polohu bodů jsem určoval vždy s kódem kvality 3, to dokládá výše uvedený protokol měření.

Tab.2: Kódy kvality a základní střední souřadnicové chyby podrobných bodů [13]

Kód kvality	Základní střední souřadnicová chyba (m)
3	0,14
4	0,26
5	0,50

6.2 Předprojektové geodetické práce

Ještě před realizačním projektem stavby byl požadavek o zaměření stávajícího stavu kabelového vedení. Jak bylo již napsáno, jedná se o rekonstrukci, čili o náhradu stávajícího kabelového vedení novým, a to ve stejné trase. Na stavbu jsme byli přivolaní ve chvíli, kdy bylo pracovníky PREDi pomocí indukčních hledačů „nalezeno“ stávající vedení, takzvaně vypískáno. Mým úkolem bylo podle značek zaměřit polohově vedení VN a NN. Na *Obrázku 13* je vyfotografováno nalezené stávající kabelové vedení VN v místech přechodu z polního úseku do lesního úseku, patrné z *Obrázku 12*.

Z rekognoskace terénu byly ihned jasné metody zaměření, které připadaly v úvahu. Členitost terénu a především vedení trasy skrze les (i když řídký, stromy opadané) neumožňovalo použití pouze metody GNSS. Rovněž v okolí bytových domů by byl problém s inicializací GPS přijímače a zaměření by nebylo možné. Na volném prostranství, mimo les jsem použil aparaturu GNSS. Zbytek trasy byl zaměřen za pomoci totální stanice, a to polární metodou. Při zaměřování stávající trasy kabelů se vycházelo z pomocných bodů (polygonový pořad vedený stavbou). Ty jsem určil buď polární metodou ze známých bodů PBPP nebo metodou GNSS. Přesnost zaměření byla dle použité technologie měření. V každém případě byl požadavek na polohovou přesnost odpovídající kódu kvality 3. Dosažená přesnost měření metodou GNSS je patrná z níže uvedeného protokolu GNSS měření (část protokolu). V případě měření totální stanicí je přesnost

rozebrána v kapitole 6.4.1. Postup měření totální stanicí popíši podrobněji v kapitole „Zaměření skutečného provedení kabelové trasy“. Kontrola měření byla formou dvojího nezávislého zaměření stejnou metodou a stejným přístrojem u vybraných bodů.

PROTOKOL GNSS (RTK) MĚŘENÍ

Firma: Geodetický servis Praha s.r.o.
Hostivarská 210/29
102 00 Praha

Zakazka: 130023
Meril: Krupicka
Datum: 29.01.2013

Přístroj: Trimble R8-3 vyr. c.: 5239497373
Trimble General Survey SW: 2.00
Verze protokolu: 4.92
Body vypsány od (RRRRMMDD): 2011
Souradnicový systém: Použit transformační modul zpřesněné globální transformace Trimble 2013 verze 1.0 schválený ČÚZK pro měření od 1.7.2012.
Zona: Krovak_2013
Soubor rovinne dotransformace: KG2013

Vertikální transformace

Model kvazigeoidu: CR2005

POUŽITÉ A MĚŘENÉ BODY

Kod bodu	C. bodu	Y	X	Z	Přesnost XY Z	PDOP	Sit	Pocet sat.	Antena vyska; od#	Datum mereni	Zacatek mereni	Doba [s]
	3001	747547.428	1045196.024	328.100	0.012 0.020	2.02	1	11	1.80 SZ	29.01	09:25	5
62	1	747540.552	1045189.442	327.167	0.022 0.030	4.23	1	8	1.80 SZ	29.01	09:26	5
2	2	747541.870	1045190.889	327.221	0.027 0.036	1.98	1	10	2.20 SZ	29.01	09:27	5
2	3	747544.269	1045195.178	327.560	0.016 0.023	2.99	1	9	2.20 SZ	29.01	09:27	5
2	4	747545.523	1045195.931	327.675	0.020 0.035	5.23	1	7	2.20 SZ	29.01	09:27	5
2	5	747546.682	1045195.167	327.740	0.020 0.035	5.23	1	7	2.20 SZ	29.01	09:28	5
2	6	747547.967	1045193.172	327.600	0.015 0.025	1.85	1	12	2.20 SZ	29.01	09:28	5
2	7	747550.822	1045189.675	327.560	0.016 0.026	2.02	1	11	2.20 SZ	29.01	09:30	6
2	8	747561.258	1045166.493	327.014	0.019 0.028	2.50	1	9	2.50 SZ	29.01	09:34	5
2	9	747560.568	1045159.644	326.746	0.013 0.023	2.36	1	10	2.50 SZ	29.01	09:35	5
2	10	747559.249	1045151.684	326.305	0.017 0.029	2.93	1	6	2.50 SZ	29.01	09:35	5



Obrázek 13: „Vypískaná“ trasa kabelového vedení VN

Při zaměřování je třeba vést precizně měřický náčrt.

Předprojektové geodetické práce v terénu, jsem prováděl najednou a rovněž zpracování výsledků bylo možno provést ihned vzhledem k ucelenému souboru naměřených dat.

Zpracování proběhlo v programu GeusW. Grafické vykreslení bylo záležitostí MicroStation 95.

Objednateli jsem předal v digitální podobě stávající stav kabelového vedení VN a NN. Ten jim sloužil jako podklad pro vypracování prováděcí PD, konkrétně z tohoto podkladu vznikly Trasové plány a Nové stavy kabelového vedení. V rámci *Příloh 4 a 5* přikládám zaměřený stávající stav NN i VN a také vzniklé Trasové plány.

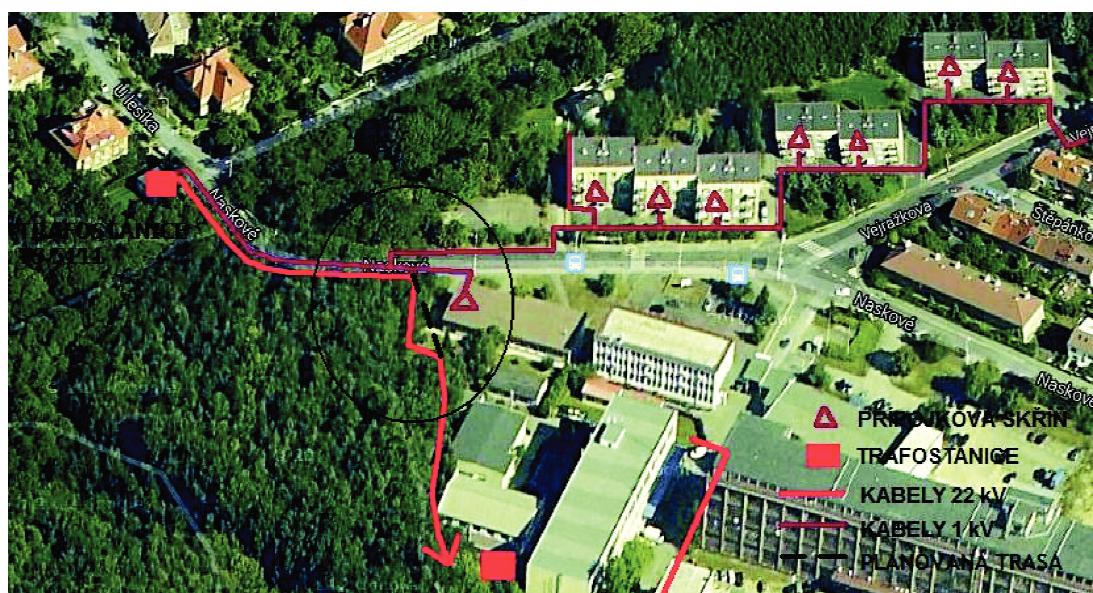
6.3 Vytyčovací práce

6.3.1 Ověření hranic pozemku

Před zahájením prací řešil objednatel změnu projektu na základě žádosti majitele pozemku č. 1838/27 v k.ú. Košíře – mateřská škola. Trasa nového kabelového vedení byla (podle trasy stávajícího vedení) navržena

téměř úhlopříčně přes pozemek školky. Majitel pozemku požadoval zachování dětských prolézaček a pískovišť a tím pádem navrhnul vést kabelové vedení po obvodě pozemku. Zhotovitel mu vyhověl a pro mě tím vznikla úloha ověřit, zda při vedení kabelů souběžně s plotem nebude zasaženo do cizích pozemků, viz *Obrázek 14*. Jak je patrné i z ilustračního *Obrázku 14*, nová trasa, respektive plot pozemku, je na hranici lesa. V době měření byly stromy opadané a také díky tomu byla slušná viditelnost (pro satelity) a nic nebránilo použít metodu GNSS.

Zadání úlohy jsem si pozměnil, avšak výsledek byl zároveň odpovědí na požadavek zhotovitele. Provedl jsem zaměření polohy stávajícího plotu a to třemi body – začátek plotu (bod č. 3101), lomový bod plotu (bod č. 3102) a konec plotu (bod č. 3103). Následné podsvícení do katastrální mapy ukázalo výsledky. Tím jsem vlastně ověřil správnost umístění plotu, která se potvrdila, a v případě výkopových prací uvnitř oploceného pozemku nemohlo být zasaženo do cizích pozemků. Zhotoviteli stavby jsem předal vyjádření ke zjištěnému stavu formou protokolu. Zároveň byl elektronickou formou zaslán potvrzující ověřený výkres. Plánovaná polohová přesnost zaměření plotu byla 0,14 m, tj. kód kvality 3. Skutečná přesnost zaměření je patrná z protokolu měření (nejhorší polohová přesnost byla 3 cm), jehož nejpodstatnější část uvádím níže. Při porovnání vyplývá, že požadavky na přesnost měření byly splněny.



Obrázek 14: Změna trasy kabelového vedení 22 kV dle žádosti majitele pozemku[6]

PROTOKOL GNSS (RTK) MERENÍ

Firma: Geodetický servis Praha s.r.o.
Hostivarska 210/29
102 00 Praha

Zakazka: 130534

Meril: Krupička

Datum: 29.10.2013

Kod bodu	C. bodu	Y	X	Z	Presnost XY Z	PDOP	Sit	Pocet sat.	Antena vyska; od#	Datum mereni	Zacatek mereni	Doba [s]
3101	747551.883	1045073.593	322.137	0.010 0.020	2.06	1	13	2.00	SZ	29.10	11:13	7
3102	747562.732	1045106.379	324.112	0.029 0.055	2.22	1	13	2.00	SZ	29.10	11:14	8
3103	747546.914	1045115.583	325.390	0.013 0.024	2.22	1	13	2.00	SZ	29.10	11:15	7

6.3.2 Vytyčení tras kabelového vedení

Na základě objednatelem zaslanych podkladů – Trasových plánů (viz *Příloha č. 6*) mělo dojít k vytyčení tras kabelů 1 kV a poté 22 kV. Z předchozích návštěv na stavbě byly známé místní podmínky a bylo jasné, že co půjde, vytyčím za pomoci aparatury GNSS a zbytek totální stanicí. To obnáší kancelářskou přípravu – nahrát souřadnice vytyčovaných bodů jak do kontroleru GPS, tak i do totální stanice. Samozřejmými pomůckami pro vytyčování je dostatečný počet dřevěných kolíků, nastřelovacích hřebů a signalizačních sprejů pro stabilizaci a signalizaci vytyčených bodů.

Pro vytyčování totální stanicí bylo třeba vycházet z dostatečného PPBP, které nebylo. Jak popisuji v kapitole 6.1, vytvořil jsem pomocné body a z nich jsem stavbou vedl polygonový pořad. Body PP jsem určil polární metodou s plánovanou polohovou přesností 0,14 m (tj. základní střední souřadnicová chyba). Na body PP jsem cílil ve dvou polohách dalekohledu za požití odrazného hranolu. Přesnost určení polohy bodu totální stanicí je popsána v kapitole 6.4.1. Kompletní PP je patrný z *Přílohy č. 6*.

Kritériem hodnocení přesnosti jsou vytyčovací odchylky. Za nevyhovující se považuje, pokud je vytyčovací odchylka větší než mezní odchylka.

Mezní odchylka je stanovena jako dvojnásobek násobek základní souřadnicové chyby, viz *Tabulka 2*. Základní střední souřadnicová chyba určení polohy podrobného bodu je 0,14 m, mezní odchylka 0,28 m.

základní střední chyba vytyčení je:

$$m_x \leq \frac{\delta_{Tmet}}{t} \quad [9] \quad (21)$$

kde t je součinitel konfidence (používáno 2,0)

$$\delta_{Tmet} = \frac{T}{5} \quad [9] \quad (22)$$

kde δ_{Tmet} je mezní vytyčovací odchylka
 T je vymezená tolerance geometrických veličin

Při vytyčování trasy pro kabely 1 kV jsem rovnou zvolil vytyčování strojem. To z toho důvodu, že se jednalo o víceméně přímé úseky. Bylo možné téměř celých 480 m trasy NN *Obrázek 14* vytyčit ze čtyř šikově zvolených stanovisek.

Vytyčení kabelového vedení 22 kV jsem provedl jak za pomoci aparatury GNSS, tak i totální stanice. Primárně jsem používal polární metodu vytyčení, ale v lesním úseku nezbývalo nic jiného, než vytyčovat ortogonálně.

Při vytyčování polárně jsem postavil stroj nad známý bod PBPP, nebo pomocný bod. Stroj jsem řádně zhorizontoval a zcentroval a v modu „vytyčování“ zadal potřebné vstupní údaje. Poté jsem provedl zacílení na orientaci, která byla pro toto konkrétní postavení stroje „nulovým“ směrem a po zvolení vytyčovaného bodu stroj vyobrazil polární vytyčovací prvky - vytyčovací úhel a vytyčovací vzdálenost. Nejprve jsem figuranta zařadil do směru, dle vytyčovacího úhlu a poté délkově podle vytyčovací vzdálenosti.

Pro ortogonální vytyčení lze přepnout totální stanici a ta vyobrazí staničení a kolmici se znaménkem. Na stavbě byl tedy postup takový, že přes vytyčovací úhel jsem zjistil, že z důvodu překážky není možné zacílit na vytyčovaný bod. Figuranta jsem postavil v nejbližší možné poloze k vytyčovacímu úhlu a teprve v tuto chvíli jsem přepnul na pravoúhlé vytyčovací prvky, které jasně udaly polohu vytyčovaného bodu – přiblížení/oddálení a hodnota kolmice. Kladné znaménko znamená z mého

pohledu vpravo od záměrné přímky, záporné znaménko vlevo. Kolmice nebývaly zpravidla delší než 40 cm a byly odměřovány svinovacím metrem.

Vytyčování jsem prováděl s přesností odpovídající třídě přesnosti 3. Při vytyčování GNSS metodou není žádný automatický protokol z vytyčování, jako tomu je v případě zaměřování. Kontroler ukazuje aktuální přesnost, se kterou je při konkrétních podmínkách vytyčováno. Při vytyčování každého bodu je samozřejmostí hlídání přesnosti. Stejně tak jako zaměřování, tak i vytyčování jsem prováděl s polohovou přesností do 3 cm. (viz průběžné protokoly GNSS v této práci). Kontrolu vytyčení jsem prováděl zpětným zaměřením vytyčených bodů. Tím je ověřena požadovaná přesnost vytyčení. Protokol ze zaměření vytyčených bodů dokládám níže. Přesnost vytyčování pomocí totální stanice velmi závisí na preciznosti (např. svislá poloha odrazného hranolu, postupné zpřesňování polohy vytyčovaného bodu, odměření kolmice). Pro kontrolu vytyčení strojem jsem vybrané body zpětně zaměřil. Seznam souřadnic zaměřených vytyčených bodů a souřadnice vytyčovaných bodů přikládám níže. Pominu-li lidský faktor, přesnost zaměření pak bude odpovídat přesnosti stroje a přesnosti geodetických základů. Jak vyplývá z kapitoly 6.4.1 přesnost vytyčení strojem na vzdálenost 20 m je 0,44 mm. Vezmu-li v úvahu následný postup realizace kabelových vedení, je tato přesnost naprosto nadbytečná pro daný záměr. Jak bylo se zhotovitelem dohodnuto, veškeré vytyčení se provedlo pouze polohově. Stabilizace podrobných bodů byla formou dřevěných kolíků, u bodů vedeného PP jsem do hlavy kolíků ještě zarazil nastřelovací hřeb pro přesnou centraci.



Obrázek 15: Vytyčení trasy kabelového vedení 22 kV a vytyčení křížujícího plynového vedení

Přikládám část seznamu vytyčovaných bodů trasy kabelového vedení 22 kV a zároveň část seznamu kontrolně zaměřených vytyčených bodů (protokol GNSS měření). Vezmu-li bod č. 1, vytyčil jsem ho dle jeho souřadnic a následně zaměřil. Souřadnice zaměřeného bodu vykazovaly oproti vytyčovací souřadnicím rozdíl pohody v y-ovém směru o 22 mm a v x-ovém směru 27 mm. Střední souřadnicová chyba v poloze je tedy potom

$$m_{x,y} = \sqrt{\left[\frac{1}{2}(m_x^2 + m_y^2)\right]}, \text{ tj. } 25 \text{ mm.}$$

Základní střední souřadnicová chyba odpovídající třídě přesnosti 3 je 0,14 m, mezní odchylka je dvojnásobek, tj. 0,28 m. Střední souřadnicová chyba v poloze bodu musí být menší než mezní odchylka. Tento požadavek byl pokaždé splněn. Největší střední souřadnicová chyba souboru bodů byla u bodu č. 81 kontrolně zaměřeného jako 1081. $m_{x,y} = 68 \text{ mm}$. Kompletní seznam a zakres vytyčovaných bodů je v Příloze č. 5.1, 5.2, 5.3.

Soubor vytyčovaných bodu pomocí aparatury GPS:

c.bodu	Y	X	Z	TP
1	747618.960	1045022.260	0.000	3
2	747616.600	1045022.770	0.000	3
3	747615.370	1045025.930	0.000	3
4	747612.540	1045030.370	0.000	3
5	747599.080	1045054.840	0.000	3
6	747595.570	1045058.520	0.000	3
7	747589.280	1045062.420	0.000	3
8	747580.270	1045064.370	0.000	3
9	747559.770	1045067.160	0.000	3
10	747555.980	1045068.160	0.000	3
81	747519.020	1045369.110	0.000	3

PROTOKOL GNSS (RTK) MERENÍ

Firma: Geodetický servis Praha s.r.o.
Hostivarska 210/29
102 00 Praha

Zakazka: 130023
Meril: Krupicka
Datum: 29.10.2013

Přístroj: Trimble R8-3 vyr. c.: 5239497373

Trimble General Survey SW: 2.00

Verze protokolu: 4.92

Body vypsány od (RRRRMMDD): 2011

Souradnicový systém: Použit transformační modul zapsané globální transformace Trimble 2013 verze 1.0
schválený ČÚZK pro měření od 1.7.2012.

Zona: Krovak_2013

Soubor rovinne dotransformace: KG2013

Vertikální transformace

Model kvazigeoidu: CR2005

POUŽITÉ A MĚŘENÉ BODY

Kod bodu	C. bodu	Y	X	Z	Přesnost XY Z	PDOP	Sit	Pocet sat.	Antena vyska; od#	Datum mereni	Zacatek mereni	Doba [s]
2001	747618.938	1045003.233	317.462	0.014	0.022	2.15	1	8	2.20 SZ	29.10	13:02	5
2002	747616.585	1045022.742	317.454	0.021	0.027	3.98	1	8	2.20 SZ	29.10	13:02	6
2003	747615.394	1045025.915	317.417	0.019	0.020	1.77	1	10	2.20 SZ	29.10	13:02	5
2004	747612.512	1045030.394	317.405	0.017	0.024	2.84	1	9	2.50 SZ	29.10	13:03	5
2005	747599.107	1045054.805	318.450	0.020	0.035	5.23	1	7	2.50 SZ	29.10	13:03	5
2006	747595.549	1045058.551	319.253	0.021	0.032	4.44	1	9	2.50 SZ	29.10	13:06	5
2007	747589.302	1045062.454	319.324	0.016	0.025	1.85	1	12	2.50 SZ	29.10	13:06	5
2008	747580.231	1045064.372	319.336	0.015	0.026	2.02	1	11	2.50 SZ	29.10	13:06	6
2009	747559.759	1045067.177	319.381	0.017	0.027	2.21	1	9	2.50 SZ	29.10	13:07	5
2010	747555.968	1045068.157	319.427	0.015	0.032	2.41	1	10	2.50 SZ	29.10	13:07	6
2081	747519.075	1045369.182	345.245	0.025	0.027	5.21	1	8	2.50 SZ	29.10	13:28	5

6.3.3 Vytyčení křížení inženýrských sítí

Dalším z požadavků zhotovitele stavby bylo vytyčit kritický úsek v délce cca 45 m, kde docházelo k blízkému souběhu a dvěma křížením s plynovodním potrubím. Podklady pro vytyčení byly opět dodány ve formě zákresu plynu a souřadnic požadovaných bodů k vytyčení. Jedno z křížení s plynovodem bylo v nejhůře přístupném místě celé trasy kabelového vedení, jak je patrné z *Obrázku 15*.

Vytyčovalo se podle možností, převážně polární metodou, v případě nutnosti ortogonální metodou. Celkem jsem vytyčil 15 lomových bodů plynovodního potrubí.

Poměrně zajímavým místem trasy bylo podejití jednokolejné železniční tratě. Využilo se stávajících trubek pod železnicí, kterými se po vytažení starých kabelů protáhlo nové kabelové vedení. Pro mě to znamenalo vytyčení dvou bodů – začátek a konec potrubí pod železnicí. Opět šlo o vytyčení pouze polohové, zhotovitel výšky nepožadoval. Postup vytyčení bodů křižujících inženýrských sítí je totožný jako vytyčení podrobných bodů kabelové trasy. Rovněž se při tomto vytyčení vycházelo z bodů polygonového pořadu.

Níže příkládám souřadnice vytyčované body plynovodu a rovněž seznam souřadnic kontrolně zaměřených vytyčených bodů. Porovnání dokládá dodržení požadované přesnosti vytyčení.

Souřadnice vytyčovaných bodů plynovodu:

c.bodu	Y	X	Z	TP
511	747511.038	1045347.092	0.000	3
512	747511.811	1045351.680	0.000	3
513	747512.938	1045356.056	0.000	3
514	747513.676	1045359.042	0.000	3
515	747515.026	1045364.535	0.000	3
516	747515.235	1045366.996	0.000	3
524	747511.139	1045342.650	0.000	3
525	747512.608	1045338.198	0.000	3
526	747513.040	1045334.912	0.000	3
527	747512.539	1045331.861	0.000	3
528	747514.386	1045326.634	0.000	3
529	747514.210	1045323.414	0.000	3
530	747514.061	1045320.551	0.000	3
531	747514.781	1045317.010	0.000	3
532	747518.370	1045310.815	0.000	3

SEZNAM SOUŘADNIC

Kontrolní zaměření vytyčeného plynovodního potrubí

Číslo zakázky: 534/2013
 ID: 135921
 Stavba: Praha 5 - Košíře
 ul. Naskové
 obnova kVN, kNN

Objekt: plynovod
 Souřadnicový systém: JTSK
 Výskový systém: Bpv
 Geodet: Ing. Pavel Klimsza

Číslo bodu	Y	X	Z	TP	Popis
10 0001 2511	747511.05	1045347.09	336.14	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2512	747511.79	1045351.69	336.39	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2513	747512.95	1045356.08	336.72	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2514	747513.66	1045359.08	337.15	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2515	747515.02	1045364.50	337.66	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2516	747515.21	1045366.97	337.95	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2524	747511.16	1045342.66	338.47	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2525	747512.58	1045338.20	339.21	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2526	747513.04	1045334.92	339.96	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2527	747512.54	1045331.89	340.38	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2528	747514.35	1045326.60	341.07	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2529	747514.26	1045323.38	342.54	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2530	747514.03	1045320.58	343.84	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2531	747514.71	1045317.08	344.03	3	kontrolní zaměření plynovodu
10 0001 2532	747518.40	1045310.84	345.33	3	kontrolní zaměření plynovodu

Největší střední souřadnicová chyba vyšla při bodu č. 531, kde $m_x=80$ mm a $m_y=71$ mm. Střední souřadnicová chyba v poloze potom bude

$$m_{x,y} = \sqrt{\left[\frac{1}{2}(m_x^2 + m_y^2)\right]} = 76 \text{ mm.}$$

I v tomto případě je dodržena podmínka třídy přesnosti 3 (0,28 m) Běžná střední souřadnicová chyba polohy vytyčených bodů plynovodu se dle výsledků kontrolního měření pohybuje okolo 25 mm.



Obrázek 16: Vytyčení podchodu železniční tratě

Souřadnice vytyčovaných bodů podchodu pod železniční tratí:

c.bodu	Y	X	Z	TP
200	747607.890	1045038.470	0.000	3
201	747601.870	1045049.520	0.000	3

Protokol GNSS měření - kontrolní zaměření vytyčených bodů:

POUZITE A MERENE BODY

Kod bodu	C. bodu	Y	X	Z	Presnost XY	Presnost Z	PDOP	Sit	Pocet sat.	Antena vyska;	Datum od#	Zacatek mereni	Doba mereni
2200	747607.952	1045038.493	312.623	0.016	0.021	2.15	1	9	2.50	SZ	29.10	13:04	5
2201	747601.885	1045049.566	312.631	0.017	0.030	3.88	1	8	2.50	SZ	29.10	13:04	6

Střední souřadnicová chyba v poloze bodu 200 $m_{x,y} = 41 \text{ mm}$

Střední souřadnicová chyba v poloze bodu 201 $m_{x,y} = 34 \text{ mm}$

Při porovnání s mezní odchylkou KK3 – dvojnásobek základní střední chyby (0,14 m) přesnost vytyčení bezpečně vyhovuje.



Obrázek 17a: Ukázka realizace kabelového vedení 22 kV, kabely v chráničkách - souběh s plynem, připraveno k zaměření



Obrázek 17b: Ukázka realizace kabelového vedení 22 kV, v horní části křížení s plynem, připraveno k zaměření



Obrázek 17c: Ukázka realizace kabelového vedení 22 kV, podchod pod železniční tratí, připraveno k zaměření



Obrázek 17d: Ukázka realizace zapískovaného kabelového vedení 1 kV, uložení v chodníku, částečně v betonových žlebech, přípoj k domu

6.4 Zaměření skutečného provedení kabelového vedení

V průběhu realizace stavby – po položení kabelů, ale před (!) záhrnem – přišla hlavní měřická část. Zaměřoval jsem průběžně podle potřeb zhotovitele a v součtu jsem stavbu navštívil desetkrát pouze pro zaměření podrobných bodů skutečného stavu kabelového vedení.

Metody měření podrobných bodů byly GNSS RTK a polární metoda. Vycházelo se z PBPP doplněného pomocnými body, jak je popsáno v kapitole 6.1. Vedl jsem stavbou oboustranně připojený a orientovaný PP. V *Příloze č. 7* přikládám kopii zápisníku měření, ve kterém je:

- co bylo měřeno (VN/NN/situace)
- kdy bylo měřeno
- jak bylo měřeno (GPS – metoda GNSS, NAS XX – polární metodou)
- náčrt PP (poloha bodů PP zaměřena buď GNSS – připsáno „GPS“ k bodům nebo polární metodou)
- místopisy bodů PP

Zaměřoval jsem polohové i výškové umístění kabelového vedení VN i NN a současně i ochranné prvky kabelového vedení – chráničky, betonové žlaby a přípojná místa – trafostanice, vstupy do trafostanic, přípojkové skříně podle podnikové normy PREDi JA_907 a samozřejmě jí nadřazených zákonných předpisů.

V případě zaměřování metodou GNSS RTK jsem postupoval následovně. Nejprve je třeba založit zakázku v kontroleru a vložit vstupní údaje o měření jako jsou používaná síť referenčních stanic a zakázkové číslo. Poté dojde ke spárování GPS přijímače s kontrolerem a v případě dostatečného počtu „viditelných“ satelitů a jejich vyhovující konstalaci k inicializaci přijímače. Následně už probíhá samotné měření, kde jsem každému podrobnému bodu přiřadil číslo, kód, výšku (spodek závitu přijímače). GPS přijímač našroubovaný na tyčce je nutné po dobu měření držet ve vodorovné poloze (tyčka ve svislé poloze podle krabicové libely). Po pokynu k zaměření kontroler automaticky uloží zaměřená data. Kontroler ukazuje momentální přesnost měření – polohovou a výškovou. Zaměří-li se

bod, údaje o přesnosti zaměření se také uloží do paměti. Jak souřadnice podrobných bodů, tak i údaje o přesnosti jsou nedílnou součástí protokolu o měření GNSS aparaturou. Kontrola měření byla nezávislým dvojím zaměřením vybraných bodů a to stejnou metodou se stejným strojem. Požadovaná přesnost před měřením byla odpovídající třídě přesnosti 3, tj. $m_{xy}=0,14$ m. Při porovnání střední souřadnicové chyby z dvakrát zaměřených bodů a mezní hodnoty dle třídy přesnosti 3, tj. $2 \cdot m_{xy}=0,28$ m vychází splnění požadavků přesnosti. To dokládám protokolem GNSS kontrolního měření a seznamem kontrolně zaměřených podrobných bodů totální stanicí, viz níže.

Velmi dobrým systémem je při zaměřování podrobných bodů přiřazovat určitým typům bodů kódy. A nezáleží na tom, jakou metodou se podrobné body určují. Z vlastní zkušenosti mohu říci, že to mnohdy velmi pomáhá při orientaci jak v průběhu měření, tak i při výpisu a zpracování naměřených hodnot. Například je-li podrobným bodem trasa NN, bude mít kód 1, v případě trasy VN mu přiřadíme kód 2. Když je kabel uložen v chrániče (například vjezdy, prostupy a jiná exponovaná místa), bude součástí kódu 3. Podobně je dobré mít kódy pro všechny častěji vyskytované prvky na kabelové trase – přípojkové skříně, energetické stavby, spojky a další.

Jsou-li místní podmínky nepříznivé z důvodu zastavěnosti, zalesnění nebo není-li možné z jiných důvodů použít aparaturu GNSS, zaměřuje se za pomoci totální stanice. Na této stavbě jsem měřil převážně totální stanicí. Jak je již popsáno v kapitole 6.1, vycházelo se z PBPP doplněného o pomocné body, ze kterých se vedl oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad. Přesnost určení polohy pomocných bodů a bodů PP byla v souladu s třídou přesnosti 3, jak dokládá uvedený protokol GNSS měření v kapitole 6.1 a rozbor přesnosti měření totální stanicí v kapitole 6.4.1.

Samotné měření začíná založením zakázky ve stroji, při současném zadání výšky stroje. Potom jsem vždy provedl zacílení alespoň na jednu orientaci a to ve dvou polohách dalekohledu. Po přepnutí na měření podrobných bodů a zadání čísla bodů, kódu bodu a výšky signálu (odrazného hranolu) jsem cílil na jednotlivé podrobné body. V Přílohách č. 7,

8, 9.1 a 9.2 uvádím seznamy souřadnic podrobných bodů a graficky zpracované zaměření.



Obrázek 18a: Zaměřování zapískované kabelové trasy NN, vedené v chodníku, částečně v chráničkách, polární metodou, stanoviště – bod PP



Obrázek 18b: Zaměření kabelové trasy VN polární metodou, stanoviště - bod PP

Výsledkem měření metodou GNSS RTK je protokol měření. Níže příkládám protokol ze zaměření části trasy NN, kde jsou uvedeny všechny důležité parametry měření.

PROTOKOL GNSS (RTK) MERENÍ

Firma: Geodetický servis Praha, s.r.o.
 Hostivarska 210
 102 00 Praha 10

Zakazka: 130534
Meril: Krupicka
Datum: 13.11.2013

Přístroj: Trimble R8-3 vyr. c.: 5239497373
Trimble General Survey SW: 1.80
Verze protokolu: 4.92
Body vypsány od (RRRRMMDD): 2009
Souradnicový systém: Použit transformační modul zpřesněné globální transformace Trimble 2013 verze 1.0 schválený CUZK pro měření od 1.7.2012.
Zona: Krovak_2013
Soubor rovinne dotransformace: KG2013

Vertikální transformace

Model kvazigeoidu: CR2005

POUZITÉ A MERENÉ BODY

C. bodu	Y	X	Z	Presnost XY Z	PDOP	Sít	Pocet sat.	Antena vyska; od#	Datuma mereni	Zcatek mereni	Doba [s]	Kod bodu
42	747397.912	1045043.964	317.284	0.015 0.026	3.21	1	11	2.20	SZ	13.11	10:18	6 31
77	747549.063	1045075.122	321.694	0.014 0.024	2.10	1	12	2.60	SZ	13.11	10:40	13 4
78	747549.225	1045074.802	321.538	0.011 0.020	1.58	1	15	2.60	SZ	13.11	10:41	7 1
79	747549.702	1045074.493	321.619	0.015 0.024	2.10	1	12	2.50	SZ	13.11	10:41	7 1
80	747549.919	1045073.982	321.512	0.014 0.025	1.85	1	13	2.50	SZ	13.11	10:41	7 1
81	747548.067	1045067.662	320.733	0.011 0.019	2.46	1	10	2.50	SZ	13.11	10:41	7 1
82	747548.138	1045066.919	320.660	0.011 0.018	1.85	1	13	2.50	SZ	13.11	10:42	7 1
83	747548.597	1045066.524	320.683	0.011 0.018	1.64	1	14	2.50	SZ	13.11	10:42	7 1
84	747552.080	1045066.140	320.608	0.010 0.018	1.53	1	16	2.50	SZ	13.11	10:42	8 1
85	747559.891	1045064.999	320.348	0.016 0.027	1.77	1	14	2.50	SZ	13.11	10:43	7 1
86	747560.378	1045064.331	320.168	0.012 0.021	1.98	1	13	2.50	SZ	13.11	10:43	8 31
87	747561.070	1045064.816	320.384	0.011 0.017	1.93	1	13	2.50	SZ	13.11	10:43	9 1
88	747566.819	1045064.112	320.475	0.010 0.018	3.14	1	10	2.50	SZ	13.11	10:44	8 1
89	747573.278	1045063.280	320.365	0.013 0.024	1.85	1	9	2.50	SZ	13.11	10:44	7 31
90	747582.002	1045061.963	320.321	0.013 0.025	2.04	1	13	2.50	SZ	13.11	10:45	8 31
91	747587.601	1045061.442	320.329	0.017 0.027	4.93	1	9	2.50	SZ	13.11	10:45	7 1
92	747590.542	1045060.818	320.356	0.020 0.035	4.48	1	10	2.50	SZ	13.11	10:45	9 1
93	747592.439	1045060.258	320.391	0.014 0.027	2.32	1	12	2.50	SZ	13.11	10:46	7 1
4059	747609.156	1045030.262	319.351	0.018 0.029	1.90	1	14	2.40	SZ	13.11	10:48	23 gps

Zároveň uvádím protokol kontrolního měření vybraných bodů z výše uvedeného protokolu.

1042	747397.986	1045043.885	317.251	0.015	0.026	3.21	1	11	2.20	SZ	13.11	14:15	6	31
1077	747549.068	1045075.131	321.688	0.012	0.022	1.98	1	11	2.50	SZ	13.11	14:26	6	4
1079	747549.712	1045074.487	321.610	0.014	0.023	2.08	1	11	2.50	SZ	13.11	14:26	6	1
1081	747548.076	1045067.665	320.741	0.011	0.020	2.15	1	10	2.50	SZ	13.11	14:26	6	1
1082	747548.129	1045066.926	320.652	0.011	0.018	1.85	1	13	2.50	SZ	13.11	14:26	5	1
1084	747552.088	1045066.154	320.590	0.010	0.019	1.67	1	14	2.50	SZ	13.11	14:27	6	1
1086	747560.385	1045064.319	320.157	0.014	0.021	2.22	1	13	2.50	SZ	13.11	14:27	6	31
1088	747566.808	1045064.117	320.462	0.010	0.028	3.44	1	9	2.50	SZ	13.11	14:29	6	1
1090	747582.014	1045061.951	320.303	0.011	0.022	1.84	1	14	2.50	SZ	13.11	14:29	7	31
1092	747590.557	1045060.799	320.340	0.017	0.026	3.51	1	10	2.50	SZ	13.11	14:29	7	1
4159	747609.157	1045030.265	319.353	0.014	0.025	2.63	1	12	2.50	SZ	13.11	14:30	21	gps

Vyska anteny merena od: FC = fazoveho centra; SZ = spodku zavitu; SN = stredu narazniku

Bod meren na: 1 = Trimble VRS NOW CZ; 2 = TOPNET; 3 = CZEPOS RTK; 4 = CzePOS PRS/FKP; 5 = CZEPOS RTK3/MAX3;
6 = Neznama sit. Hodnoty PDOP oznacene * jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00 Hodnoty PDOP oznacene * jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00. Hodnoty s RMS oznacene # jsou mimo nastavenou toleranci: 40.00. Body oznacene ! NoFix !, nebyly pri mereni Fixovany!

Maximální střední souřadnicová chyba byla u bodu č. 42, kde dosáhla hodnoty 77 mm ($m_x=79$ mm a $m_y=74$ mm). Standardní střední chyba v poloze zaměřovaných bodů byla 30 mm. Při porovnání s mezní souřadnicovou chybou k třídě přesnosti 3 ($2 \cdot 0,14$ m) přesnost měření vyhoví. Dále přikládám část seznamu souřadnic podrobných bodů ze zaměření totální stanicí. Kompletní seznamy souřadnic jsou v rámci příloh.

SEZNAM SOUŘADNIC

Polohopisná digitální mapa tras NN

Číslo zakázky: 534/2013
ID: 135921
Stavba: Praha 5 - Košíře
ul. Naskové
obnova kVN, kNN

Objekt: kabely 1kV
Souřadnicový systém: JTSK
Výškový systém: Bpv
Geodet: Ing. Pavel Klímsza

Číslo bodu	Y	X	Z	TP	Popis
10 0001 0001	747451.73	1045065.04	320.01	3	kab. vedení NN, chránička NN
10 0001 0002	747453.81	1045064.69	320.10	3	kab. vedení NN, chránička NN
10 0001 0003	747455.71	1045064.30	320.14	3	kab. vedení NN, chránička NN
10 0001 0004	747461.80	1045063.15	320.25	3	kabelové vedení NN
10 0001 0005	747461.35	1045060.05	320.55	3	kabelová skříň NN
10 0001 0006	747468.97	1045061.90	320.20	3	kabelové vedení NN
10 0001 0007	747476.29	1045060.66	320.19	3	kab. vedení NN, chránička NN
10 0001 0008	747477.98	1045060.39	320.18	3	kab. vedení NN, chránička NN
10 0001 0009	747479.73	1045059.96	320.25	3	kabelové vedení NN
10 0001 0010	747478.82	1045054.10	320.41	3	kabelová skříň NN
10 0001 0106	747617.56	1045020.84	317.89	3	kabelové vedení NN

S předcházejícím seznamem zaměřených podrobných bodů souvisí následující část seznamu souřadnic vybraných podrobných bodů z kontrolního zaměření totální stanicí.

SEZNAM SOUŘADNIC						
Kontrolní zaměření tras NN						
Číslo zakázky:	534/2013					
ID:	135921					
Stavba:	Praha 5 - Košíře ul. Naskové obnova kVN, kNN					
Objekt:	kabely 1kV					
Souřadnicový systém:	JTSK					
Výskový systém:	Bpv					
Geodet:	Ing. Pavel Klimsza					
Číslo bodu	Y	X	Z	TP	Popis	
10 0001 1001	747451.76	1045065.05	319.99	3	kab. vedení NN, chránička NN	
10 0001 1002	747453.83	1045064.71	320.08	3	kab. vedení NN, chránička NN	
10 0001 1003	747455.68	1045064.28	320.17	3	kab. vedení NN, chránička NN	
10 0001 1005	747461.35	1045060.06	320.54	3	kabelová skříň NN	
10 0001 1006	747468.95	1045061.87	320.21	3	kabelové vedení NN	
10 0001 1007	747476.25	1045060.62	320.13	3	kab. vedení NN, chránička NN	
10 0001 1008	747478.01	1045060.42	320.18	3	kab. vedení NN, chránička NN	
10 0001 1010	747478.83	1045054.12	320.40	3	kabelová skříň NN	
10 0001 1106	747617.64	1045020.73	317.86	3	kabelové vedení NN	

Porovnání souřadnic prvotního zaměření podrobných bodů a souřadnic z kontrolního zaměření podrobných bodů dokládá zaměření v třídě přesnosti 3. Při zaměřování totální stanicí se střední souřadnicová chyba pohybovala do 40 mm. Maximální střední souřadnicová chyba byla u bodu č. 106 a to 96 mm s $m_x=110$ mm a $m_y=80$ mm.

6.4.1 Rozbor přesnosti určení souřadnic podrobných bodů skutečného provedení kabelového vedení totální stanicí

Souřadnice podrobných bodů byly převážně určeny polární metodou. Pro rozbor přesnosti takto určených bodů bude důležitým parametrem přesnost totální stanice. Čili úhlová přesnost a přesnost měření délek. Z manuálu, respektive technické specifikace totální stanice Topcon GTS-603 jsou tyto hodnoty

- Úhlová přesnost v jedné skupině: $\sigma_{\varphi} = 3''$, tj. 1 mgon
- Délková přesnost: $\sigma_d = 2\text{mm} + 2\text{ppm}$

Vliv měření délek

Vzhledem k tomu, že se měřené délky pohybovaly v řádech metrů, lze vliv kilometrové složky ppm chyby dálkoměru zanedbat. Výsledný vliv délkového měření na přesnost podrobného bodu bude

$$\sigma_d = 2\text{mm}$$

Vliv měření směrů

Jelikož byly podrobné body měřeny pouze v jedné poloze dalekohledu, bude přesnost měření směrů

$$\sigma_{\varphi 1} = \sigma_{\varphi} * \sqrt{2} = 1,41 \text{ mgon} \quad [9] \quad (23)$$

Vliv měření směrů na přesnost určení bodu polární metodou je stejný pro měření vodorovných směrů i zenitových vzdáleností. Příčná odchylka q souřadnice bodu

způsobená chybou v měřeném směru je

$$q = \frac{\sigma_{\varphi 1} * d}{\rho} \quad [9] \quad (24)$$

kde d je vzdálenost k podrobnému bodu

ρ je 636620^{cc}

Zvolíme-li průměrnou hodnotu měřené délky 20 metrů, je velikost příčné odchylky q téměř zanedbatelných 0,44 mm.



Obrázek 19: Ukázka finálně dokončeného úseku stavby

7. Interpretace výsledků

Výsledky zeměměřických činností musí být dle platné legislativy ověřeny ÚOZI. Tak tomu bylo i v případě vyhotovených dokumentů této zakázky.

Předání vytyčených podrobných bodů

Výsledkem vytyčení jsou stabilizované podrobné body kabelové trasy v terénu. Po vytyčení se provádí pochůzka trasou s prohlédnutím možných nejasných míst. Zástupce objednatele vytyčení potvrdí podpisem převzetí vytyčených bodů.



Obrázek 20: Předání vytyčených podrobných bodů

Seznam souřadnic zaměřených podrobných bodů

Souřadnice podrobných bodů jsou vypočítány v programu GeusW, jejich seznam včetně poznámek je vygenerován z programu Kodyss 1.03d. Kompletní seznam souřadnic podrobných bodů 1 kV uvádím v příloze č. 7. Seznam souřadnic podrobných bodů kabelové trasy 22 kV obsahuje 195 položek a struktura je stejná jako seznam bodů 1 kV, je součástí přílohy č. 8.

Grafické zpracování

Výkresy zaměřených kabelových tras 1kV a 22kV přikládám v rámci
Příloh č. 9.1 a 9.2.

Technická zpráva

Hostivařská 210/29 102 00 Praha 10 tel.: +420-274 012 380 fax: +420-274 012 381 e-mail: gspraha@gspraha.cz http://www.gspraha.cz			
TECHNICKÁ ZPRÁVA			
Číslo zakázky:	534/2013		
ID:	135921		
Název akce:	Praha 5 - Košře ul. Naskové obnova kVN, kNN		
Objekt:	kabely 1kV, kabely 22kV		
Katastrální území:	Košře		
Zhotovitel stavby:	ELPO kabelové sítě VN a NN, s.r.o.		
Geodetické body:	určeny satelitní metodou GNSS		
Metoda měření:	polygonový pořad, číselná tachymetrie		
Geodetické přístroje:	Topcon GTS-603, ser.č. WB 0119, kalibrační list 157-2008 (kalibrace provedena dle předpisů ČSN ISO 8332-8,9)		
Software:	Bentley MicroStation, Geus, Microsoft Windows XP		
Geodetická firma:	Geodetický servis Praha, s.r.o.		
Odpovědný geodet:	Ing. Pavel Klimsza		
Verze PN PRE:	JA 907, verze 5a, účinnost od 10.12.2009		
Výškový systém:	Bpv	Délka zaměřené trasy:	NN - 426m, VN - 723m
Souřad. systém:	S-JTSK	Počet zaměřených bodů:	NN - 112, VN - 195
Třída přesnosti:	3	Seznam výkresů:	NN - 1 : 500, VN - 1 : 500
Datum:	11.12.2013	Zpracoval:	Ing. Tomáš Krupička
		Zaměřil:	Ing. Tomáš Krupička
		Dohlížel, kontroloval:	Miroslav Marínčič
Poznámka:			
<hr/> Ing. Pavel Klimsza			
Kabelové trasy byly zaměřeny před záhozem. Při zpracování byla dodržena PN PRE JA 907. Náležitostmi a přesností odpovídá právním předpisům a podmínkám písemně dohodnutým s objednatelem. Systém managementu jakosti společnosti Geodetický servis Praha, s.r.o. odpovídá normě ISO 9001 a ISO 14001 v oblasti: Poskytování geodetických služeb.			

Obrázek 21: Technická zpráva zaměření kabelové trasy

ZÁVĚR

Téma diplomové práce jsem si vybral proto, že ho považuji za zajímavé a netradiční. Jednalo se o geodetické práce při rekonstrukci kabelového vedení. Obecně lze říci, že nové inženýrské sítě budou do budoucna realizovány jako neodmyslitelná součást nové zástavby. Stávající inženýrské sítě bude dříve či později nutné rekonstruovat. Jsem si tedy jistý, že jsem zvolil téma vyloženě aktuální. Velké poděkování patří společnosti Geodetický servis Praha, s.r.o., ve které jsem zaměstnán a která mi umožnila použít jednu ze zakázek pro osobní účely, pro tuto práci.

Celou diplomovou práci bych rozdělil do dvou hlavních oddílů – jednak geodetické práce v rámci zaměstnání a zadruhé vyhotovení tohoto písemného dokumentu.

Vzpomenu-li, že zakázka byla zahájena začátkem listopadu roku 2013 a uzavřena koncem února 2014, čili necelé čtyři měsíce, bylo odvedeno opravdu hodně práce. Jenom návštěv na stavbě bylo třináct – různá vytyčování a průběžná zaměřování 426 m tras kabelového vedení nízkého napětí a 723 m tras kabelových vedení vysokého napětí v členitém terénu a zástavbě.

Cílem práce bylo pojednání o geodetických pracích nejen v teoretické rovině a především v rovině praktické. Řekl bych, že se záměr vydařil a při zpracování nenastaly vážnější problémy. V jednotlivých fázích stavby jsem pořizoval fotodokumentaci pro názorné ukázky a výslednou lepší představu. Popsané fotografie jsou součástí této textové části vždy v příslušné kapitole.

POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

- 1 ČADA, Václav. *Přednáškové texty z geodezie, Aktivní polohové systémy*. [online] [2014-2-3]. Dostupné z [www: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>](http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html).
- 2 Geus ware, s.r.o. *Geodetický software*. [online] [2014-2-6]. Dostupné z [www: <http://www.geus.cz/geuszaklpop.htm>](http://www.geus.cz/geuszaklpop.htm).
- 3 GISOFT, v.o.s. *Software Bentley Systems*. [online] [2014-2-7]. Dostupné z [www: <http://www.gisoft.cz/MicroStation/MicroStation>](http://www.gisoft.cz/MicroStation/MicroStation).
- 4 Katastr nemovitostí, zeměměřictví, Pozemkové úpravy a úřady. *zákony 2014.. redakční uzávěrka 9. 12. 2013*. Ostrava, Sagit, 2013, s. 256. ISBN 978-80-7488-019-3, [citace vyhláška č. 31/1995 Sb. §13].
- 5 Manuál k totální stanici Topcon GTS-603.
- 6 Mapové podklady. [online]. Dostupné z [www: <https://maps.google.cz>](https://maps.google.cz).
- 7 SCHENK, Jan. *Geodézie ve stavebnictví*. VŠB-TU Ostrava 2002.
- 8 Stavební zákon a vyhlášky. *zákony 2013. redakční uzávěrka 1. 4. 2013*. Ostrava, Sagit, 2013, s. 448. ISBN 978-80-7208-979-6, [citace §125, odst.1]
- 9 STAŇKOVÁ, Hana. *Přednáška Inženýrská geodezie II*. 22.11.2013, Ostrava-Poruba.
- 10 TŘESÁK, Pavel. *Webový informační portál inženýrské geodézie*. [online] [2014-2-3]. Dostupné z [www: <http://inggeo.fsv.cvut.cz/wiki/doku.php?id=start>](http://inggeo.fsv.cvut.cz/wiki/doku.php?id=start).
- 11 TRIMBLE, *GNSS surveying system*. Trimble R8 GNSS System. *Datasheet*. [online] [2014-3-3]. Dostupné z [www: <http://www.trimble.com/Survey/trimbler8gnss.aspx>](http://www.trimble.com/Survey/trimbler8gnss.aspx).
- 12 TRIMBLE GEOTRONICS Praha, s.r.o. *Globální klíč 2013*. [online] [2014-4-3]. Dostupné z [www: <http://www.geotronics.cz/>](http://www.geotronics.cz/).
- 13 Vyhláška č. 357/2013 Sb. o katastru nemovitostí. *Příloha 13.9. Kód kvality podrobných bodů určených geodetickými metodami*

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Č. obrázku	Obsah	Strana
Obr. 1	Vyznačení stavby 1	11
Obr. 2	Vyznačení stavby 2	11
Obr. 3	Totální stanice Topcon GTS-603	16
Obr. 4	Kontroler TSC3, GPS přijímač, obojí od výrobce Trimble	17
Obr. 5	Princip určování polohy satelitní metodou GNSS	21
Obr. 6	Ukázka volného polygonového pořadu	22
Obr. 7	Princip určování polohy podrobných bodů polární metodou	24
Obr. 8	Princip trigonometrického měření výšek	25
Obr. 9	Princip vytyčování polární metodou	26
Obr. 10	Princip vytyčování ortogonální metodou	28
Obr. 11	Rozbor přesnosti ortogonální metody	29
Obr. 12a	Rozvod kabelového vedení 1kV a 22kV	32
Obr. 12b	Pokračování rozvodu kabelového vedení 22kV	32
Obr. 13	„Vypískaná“ trasa kabelového vedení	33
Obr. 14	Změna trasy kabelového vedení 22 kV dle žádosti majitele pozemku	35
Obr. 15	Vytyčení trasy kabelového vedení 22 kV a vytyčení křižujícího plyn. vedení	36
Obr. 16	Vytyčení podchodu železniční tratě	37
Obr. 17a	Ukázka realizace kabelového vedení 22 kV, kabely v chráničkách - souběh s plynem, připraveno k zaměření	38
Obr. 17b	Ukázka realizace kabelového vedení 22 kV, v horní části křížení s plynem, připraveno k zaměření	38
Obr. 17c	Ukázka realizace kabelového vedení 22 kV, podchod pod železniční tratí, připraveno k zaměření	38
Obr. 17d	Ukázka realizace zapískovaného kabelového vedení 1 kV, uložení v chodníku, částečně v betonových žlabech, přípoj k domu	38
Obr. 18a	Zaměřování zapískované kabelové trasy NN, vedené v chodníku, částečně v chráničkách, polární metodou, stanovisko – bod PP	40
Obr. 18b	Zaměření kabelové trasy VN polární metodou, stanovisko - bod PP	40
Obr. 19	Ukázka finálně dokončeného úseku stavby	41
Obr. 20	Předání vytyčených podrobných bodů	42
Obr. 21	Technická zpráva zaměření kabelové trasy	44

SEZNAM PŘÍLOH:

Číslo přílohy	Obsah	Druh přílohy
1	Podniková norma PREDi	Text
2	Protokol o akci	Tabulka
3	Mapový podklad v rámci přípravy zakázky	Výkres
4.1	Zaměření stávajícího kabelového vedení 1 kV	Výkres
4.2	Zaměření stávajícího kabelového vedení 22 kV	Výkres
5.1	Trasový plán 1 kV – Vytyčovací plán 1kV	Výkres
5.2	Trasový plán 22 kV 1. část – Vytyčovací plán 22 kV 1. část	Výkres
5.3	Trasový plán 22 kV 2. část – Vytyčovací plán 22 kV 2. část	Výkres
6	Zápisník měření včetně místopisů	Obrázek
7	Seznam souřadnic podrobných bodů 1 kV	Text
8	Seznam souřadnic podrobných bodů 22 kV	Text
9.1	Zaměření skutečného provedení kabelového vedení 1kV	Výkres
9.2	Zaměření skutečného provedení kabelového vedení 22kV	Výkres